

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально–педагогический
университет»

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ ЭЛЕМЕНТА
КОЛЛЕКТОРА ТРУБОПРОВОДА**

Выпускная квалификационная работа

Направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)

Профиль Машиностроение и материалобработка

Профилизация Технологии и технологический менеджмент в сварочном
производстве

Идентификационный код ВКР: 608

Екатеринбург 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально–педагогический
университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и
металлургии

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ИММ
_____ Б.Н.Гузанов
« ____ » _____ 2018 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Разработка технологии сборки и сварки элемента коллектора трубопровода

Исполнитель:
студент группы ЗСМ-503 _____ С.С.Сухинин

Руководитель:
Доцент, к.т.н. _____ Н.И.Ульяшин

Нормоконтролер:
к.т.н., доцент _____ Д.Х.Билалов

Екатеринбург 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и металлургии

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:

Зав. кафедрой СП

_____ Б.Н. Гузанов

«_____» _____ 2018 г.

Разработка технологии сборки и сварки элемента коллектора трубопровода

Пояснительная записка к дипломному проекту
по направления 44.03.04 Профессиональное обучение
(по отраслям)

Профиля Машиностроения и материалобработка
профилизации Технологии и технологический менеджмент
в сварочном производстве

Идентификационный код ВКР:

Исполнитель:
студент группы ЗСМ-503

С.С. Сухинин

Руководитель:
доцент, к.т.н.

Н.И. Ульяшин

Екатеринбург 2018

Аннотация

Дипломный проект содержит 85 страниц машинописного текста, 12 рисунков, 24 таблицы, 36 использованных источников литературы, 1 приложение, 3 чертежа формата А1 и 3 плаката формата А1.

Ключевые слова: РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ КОЛЛЕКТОРА ТРУБОПРОВОДА, РЕЖИМЫ СВАРКИ, СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, СЕБЕСТОИМОСТЬ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЯ, АНАЛИЗ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК, ПЕРЕПОДГОТОВКА РАБОЧИХ, ПЛАН-КОНСПЕКТ, УЧЕБНЫЙ ПЛАН.

В дипломном проекте рассмотрено краткое описание конструкции и условий ее эксплуатации. Приведена характеристика материала изделия с учетом свариваемости и физико-механических свойств. Разработана технология и подобрано оборудование для сборки и автоматической сварки в смеси газов элемента коллектора трубопровода. Выполнен сравнительный анализ технико-экономических показателей базовой и проектируемой технологии сварки коллектора трубопровода. Разработана программа переподготовки “Электросварщиков ручной сварки” 4-го разряда на “Электросварщиков на автоматических и полуавтоматических машинах” 5-го разряда. Разработан учебный план переподготовки, тематический план и план - конспект урока по теме “Устройство и основные узлы сварочного автомата для сварки в защитном газе”.

					ДП44.03.04.010ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Выполнил	Сухинин					Лист	Л	
Провер.	Ульяшин					2	93	
					Ё		Лист	
Н. Коитр.	Билалов				ДП 44.03.04.608 ПЗ РГПШУ гр. 2			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1 Характеристика изделия	8
1.1 Назначение и условия работы конструкции	8
1.2 Обоснование выбора конструкционного материала сварного узла	11
1.2.1 Свойства данного конструкционного материала	11
1.2.2 Механические свойства стали	11
1.2.3 Прочность стали	12
1.2.4 Ударная вязкость	12
1.3 Характеристика свариваемости стали	12
2 Технологическая часть	14
2.1 Используемое оборудование и сварочные материалы для изготовления коллектора	14
2.2 Сущность способа	15
2.3 Сварка плавящимся электродом	16
2.4 Определение видов сварных соединений	19
2.5 Выбор сварочных материалов	21
2.6 Расчет параметров режима сварки	24
2.6.1 Расчет режима механизированной сварки соединения У5	26
2.6.2 Расчет режима механизированной сварки соединения У20	30
2.7 Выбор оборудования для сварки изделия	34
2.7.1 Выбор сварочной головки	34
2.7.2 Выпрямитель сварочный ВДУ-506С	35

2.7.3 Система слежения по стыку (двух координатная) WTS.....	37
2.7.4 Сварочный манипулятор	39
2.7.5 Полуавтомат ПДГО-510 с ВДУ-506С.....	40
2.8 Разработка технологического процесса сборки и сварки.....	44
2.9 Контроль качества сварной конструкции.....	48
3 Экономический раздел.....	51
3.1 Определение капиталобразующих инвестиций.....	51
3.1.1 Определение технологических норм времени на сварку изделия.....	51
3.1.2 Расчет количества оборудования и его загрузки	55
3.1.3 Расчет капитальных вложений.....	57
3.2 Определение себестоимости изготовления металлоконструкций.....	59
3.2.1 Расчет технологической себестоимости металлоконструкций	59
3.2.2 Расчет полной себестоимости изделия	66
3.3 Расчет основных показателей сравнительной эффективности.....	71
4 Методический раздел.....	76
4.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов.....	77
4.2 Разработка учебного плана программы переподготовки рабочих.....	83
4.2.1 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология».....	84
4.3 Разработка план - конспекта урока.....	85
4.3.1План-конспект.....	86
4.4 Вывод по методическому разделу.....	88
Заключение.....	90
Список использованных источников.....	91
Приложение А - Лист задания для выполнения ВКР.....	94
Приложение Б - Спецификация ДП 44.03.04.608.01.....	95

ВВЕДЕНИЕ

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

Компания ООО «УРАЛСВАРМЕТ» была основана в 2012 году, в городе Екатеринбурге. Производство компании находится в поселке Садовый в окрестностях города Екатеринбурга Свердловской области.

В составе производства компании имеется механосборочный участок, инструментальный участок, заготовительный участок и сварочный участок.

В настоящее время компания выпускает трехплунжерные электронасосные агрегаты АНТ-150 и АНТ-90. На их базе блочные насосные станции с системой трубопроводов с избыточным давлением $P=0,4-210$ МПа, которые проектируются и изготавливаются согласно правил устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов ПБ 03-108-96 Ростехнадзора России, предназначенные для перекачивания жидкостей (загрязненной воды, нефтяных эмульсий) и закачивания в нефтяные пласты нефтепромысловых вод. Также проводит пусконаладочные работы поставляемого оборудования, обучает эксплуатационный персонал и обеспечивает сервисное обслуживание.

Спрос на продукцию, выпускаемую заводом, постоянно растет, что определяется её качеством, высокими эксплуатационными характеристиками и надежностью в работе. Система обеспечения качества продукции сертифицирована в соответствии с международным стандартом ISO 9002. Целью деятельности предприятия ООО «УРАЛСВАРМЕТ» является выпуск конкурентоспособной продукции гарантийного и стабильного качества, соответствующей международным и национальным стандартам, законодательным и обязательным требованиям и отвечающей требованиям потребителя.

Объектом разработки является технология изготовления элемента трубопровода.

Предметом разработки является процесс сборки и сварки коллектора.

Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса изготовления коллектора с использованием автоматической сварки в среде защитных газов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

задачи:

- проанализировать базовый вариант изготовления элемента трубопровода;
- подобрать и обосновать проектируемый способ сварки элемента трубопровода;
- провести необходимые расчеты режимов автоматической сварки в смеси газов;
- выбрать и обосновать сварочное и сборочное оборудование;
- разработать технологию сборки-сварки элемента трубопровода;
- провести расчет экономического обоснования внедрения проекта;
- рассмотреть вопросы безопасности и экологичности разработки.

Таким образом, в дипломном проекте в технологической части на основе анализа базового варианта будет разработан проектируемый вариант технологического процесса изготовления элемента трубопровода, включающий автоматическую сварку в среде защитных газов; в экономической части - приведено технико-экономическое обоснование данной разработки; в разделе охраны труда и экологичности - предложены мероприятия по улучшению условий труда рабочих-сварщиков и охраны окружающей среды.

Предприятие придерживается следующей тактики:

- создавать и поддерживать рабочие условия, обеспечивающие производство и поставку продукции гарантированного качества;
- установить взаимосвязи с заказчиками и поставщиками с целью поддержания качества продукции на всех этапах её жизненного цикла;
- непрерывно улучшать выпускаемую продукцию путём совершенствования техпроцессов и модернизации оборудования;
- проводить систематический анализ качества выпускаемой продукции, с направленностью работ на предупреждение возникающих отклонений, а не только на их устранение;
- проводить систематически обучение и повышение квалификации всего персонала компании, а также заинтересованности персонала в обеспечении требуемого уровня качества;

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Проведя анализ выпускаемой продукции я пришел к выводу, что при изготовлении трубопроводов ручной дуговой сваркой в корне шва находят дефекты (в одном из пяти), что приводит к затрате времени на их устранение. Также исследуя мощности предприятия, установлено, что сварочный участок по изготовлению трубопроводов нуждается в модернизации оборудования в связи с увеличением норм годового выпуска продукции.

Изучив возможности предприятия, предлагаю заменить ручную дуговую сварку на автоматическую в среде защитных газов. Обоснование этого изменения рассматриваю в данной работе.

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

1. Характеристика изделия

1.1 Назначение и условия работы конструкции

Трубопроводы являются одним из самых распространенных видов сварных конструкций и находят самое широкое применение в различных отраслях народного хозяйства.

По назначению данный вид трубопровода - производственный (технологический), группы Б, 1 категории. [1] Рабочее давление 4,0 МПа (40 кгс/см²), работающий при температурах -30° и +30°.

Трубопровод представляет собой устройство для транспортирования жидких веществ: загрязненной воды, нефтяных эмульсий и т.д., состоящий из соединенных между собой прямых участков труб, деталей трубопроводов, запорно-регулирующей арматуры и приборов, крепежных материалов и прокладок. Трубопровод соединяет между собой отдельные виды оборудования: плунжерные агрегаты, кустовые насосные станции и т.д. В данной работе мы рассматриваем элемент трубопровода - коллектор, который является наиболее важным и сложным элементом.

Коллектор состоит из следующих частей:

- линия-участок трубопровода (коллектора), предназначенный для транспортирования продукта с постоянными рабочими параметрами;
- деталь - элементарная часть трубопровода (коллектора): патрубков, отвод, фланец, заглушка. Все отдельные изделия, входящие в состав трубопровода;
- элемент - две и более сваренные между собой детали. У элемента все сварные соединения лежат в параллельных плоскостях, что позволяет сваривать их механизированными способами в поворотном положении на вращателе.

На рисунке 1 представлен - крестообразный элемент коллектора.

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

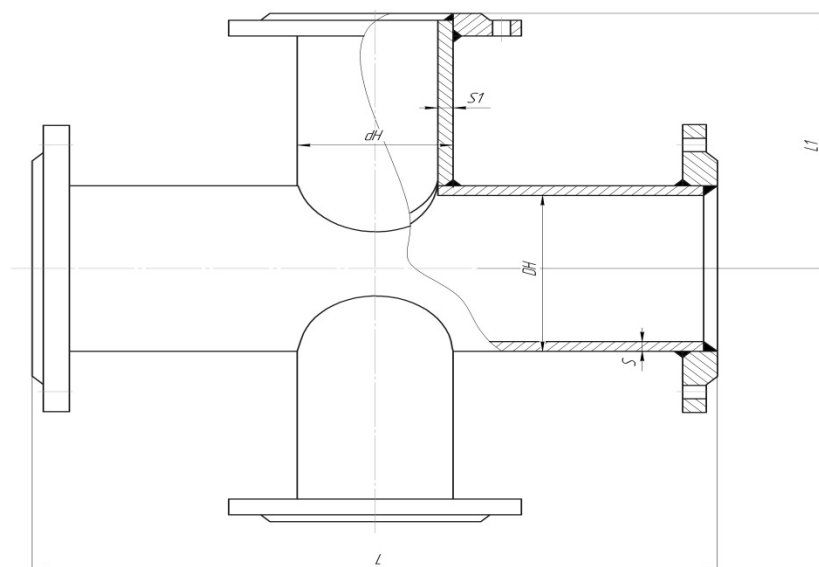


Рисунок 1- крестообразный элемент коллектора



Рисунок 2 – Фотография, крестообразный элемент коллектора

К трубопроводу предъявляются повышенные требования, связанные с соблюдением технологических правил при их изготовлении и монтаже, так

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

как от качества их работы зависит надежность и долговечность сооружаемых объектов, так как авария трубопровода может привести к пожарам, взрывам, остановкам производства и загрязнению окружающей среды и поэтому сварку трубопроводов, работающих при давлении более 71 КПа (0.7 кгс/см²), производят с соблюдением правил Госгортехнадзора. Согласно этим правилам к сварке трубопроводов допускаются сварщики, прошедшие специальную подготовку и имеющие соответствующие удостоверения. Сварку разрешается производить при температуре окружающего воздуха не ниже -20 °С, так как при более низких температурах происходит интенсивное насыщение расплавленного металла шва газами (особенно кислородом и водородом).¹

Производство сварочно-сборочных работ регламентируется рядом нормативных документов:

1. ГОСТ 16037-80 «Швы сварных соединений стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры».

Стандарт регламентирует основные типы швов сварных соединений трубопроводов всех видов, а также типы и размеры подготовки кромок под сварку, включая допуски на обработку. В зависимости от диаметра и толщины стенок труб и подготовки кромок рекомендуются различные виды и способы сварки. Устанавливаются размеры выполнения швов и предельные отклонения от их номинальных

2. «Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов»

Данные правила, разработанные Госгортехнадзором России, являются обязательными для всех предприятий и организаций независимо от ведомственной принадлежности и организационно-правовых форм.

Настоящие правила устанавливают общие положения и основные технические требования к технологическим трубопроводам: условия выбора и применения труб, деталей трубопроводов, арматуры и основных материалов для их изготовления, а также требования к сварке, размещению трубопроводов, условиям нормальной эксплуатации и ремонта, соблюдение которых обязательно для всех отраслей промышленности, имеющих подконтрольные

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

1.2 Обоснование выбора конструкционного материала сварного узла

1.2.1 Свойства данного конструкционного материала

Трубопроводы изготавливают из сталей большого числа марок, различных групп и классов. Но наиболее распространенными являются низкоуглеродистые качественные стали по ГОСТ 1050-88.[1] Для изготовления данного трубопровода рекомендуется Ст 20.

Таблица 1 - Химический состав Ст 20 (ГОСТ 1050-88)[1]

Марка стали	Химические элементы					
	C, %	Si, %	Mn, %	Сг не более, %	S, %	P, %
20	0,17-0,24	0,17-0,37	0,35-0,65	0,25	0,04	0,035

Применение: трубы перегревателей, трубопроводов, котлов высокого давления, патрубки, штуцера, болты, фланцы, трубные пучки теплообменных аппаратов. Стали этой группы имеют очень высокую критическую скорость охлаждения при закалке, и поэтому после сварки, как правило, не вызывает повышения твердости в зоне термического влияния более чем до НВ 180.

Склонность к образованию холодных и горячих трещин при сварке с большими и малыми значениями погонной энергии, которым соответствуют скорости нагрева и охлаждения в широком интервале, практически отсутствуют.

1.2.2 Механические свойства стали

Механические свойства предопределяются содержанием углерода в составе стали, степени её раскисленности, видом и режимом термообработки, влияющей на структурное состояние. Показатели механических свойств представлены в таблице 2.^[1]

Таблица 2 - механические свойства стали

Марка стали	Предел теку- чести ($\sigma_{\text{Т}}$, МПа)	Предел проч- ности ($\sigma_{\text{В}}$, МПа)	Относительное удлинение (δ_5)	Ударная вяз- кость φ , МДж/м ²	НВ, не более
			%, не менее		
Ст 20	250	420	25	55	163

1.2.3 Прочность стали

Прочность сталей возрастает с увеличением содержания углерода в составе, и уменьшается, с увеличением толщины проката. Термическое упрочнение - закалка с отпуском позволяет повысить на 30 - 40% предел текучести, а временное сопротивление разрыву - на 10 - 15%.

1.2.4 Ударная вязкость

Важным показателем стали, особенно если конструкция работает при пониженных температурах, является ударная вязкость.

Применение таких видов термообработки, как нормализация и в особенности термическое упрочнение, позволяет в 1,5 - 2,5 раза увеличить уровень ударной вязкости стали.

1.3 Характеристика свариваемости стали

Свариваемостью считают способность материалов образовывать сварные соединения (без трещин и прочих дефектов). Свариваемость углеродистых сталей в значительной мере определяется содержанием углерода. Сталь 20 относится к низкоуглеродистым (до 0,25% С) сталям, 1 группы (хорошо свариваемая).^[1]

Технология сварки должна обеспечивать определенный комплекс требований, основные из которых - обеспечение надежности и долговечности конструкции. Важное требование при сварке стали - обеспечение равнопрочности сварного соединения с основным металлом и отсутствие дефектов сварном шве. Для этого механические свойства металла шва и околошовной зоны должны быть не ниже нижнего предела соответствующих свойств ос-

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

новного металла.

На свариваемость влияют элементы, содержащиеся в стали: углерод, марганец, хром, кремний, сера, фосфор.

Углерод. С небольшим, до 0,25 % содержанием углерода, стали хорошо свариваются, любыми способами сварки и на любых режимах сварки.

Марганец. В небольшом количестве (0,35-0,65 %) марганец не ухудшает свариваемость и не затрудняет сварку. Будучи хорошим раскислителем, он способствует уменьшению содержания кислорода в стали.

Хром. При содержании его до 0,25%, не отражается на свариваемости.

Кремний. В стали содержание его от 0,17 % до 0,37%. Вводится как раскислитель и не влияет на свариваемость.

Сера. Содержание 0,04%. Вредная примесь в стали, ее содержание приводит к образованию горячих трещин.

Фосфор. Содержание 0,035%. Вредная примесь, при сварке вызывает появление холодных трещин, следовательно, ухудшает свариваемость.

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

2. Технологическая часть

2.1 Используемое оборудование и сварочные материалы для изготовления коллектора

Существующий технологический процесс

Для изготовления данного коллектора на «УСМ» в базовом варианте применяют ручную дуговую сварку с применением штучных электродов: тип (по ГОСТ 9467- 75) – Э55А - Ф; марка - УОНИ 13/55.

Мы предлагаем внедрить механизированную сварку в среде смеси каргон 20.

Действующими нормативными документами допускается сваривать трубопроводы любыми промышленными видами и способами сварки, причем предпочтение отдается механизированной и автоматизированной сварке.

Притом основным условием является обеспечение высокого качества сварного соединения, т.е. заданных механических, коррозионных и других специальных свойств: жаропрочности, жаростойкости, геометрических размеров швов, минимума дефектов в них, хорошего внешнего вида и других. Для трубопроводов одним из основных требований, предъявляемых к качеству сварных соединений, является надежный и полный провар корня шва, без каких-либо дефектов. Также же выбор вида и способа сварки зависит от диаметра и толщины стенки трубопровода и, конечно, от марки стали труб.

Вот по этой причине мы приняли решение о замене наиболее распространенного, действующего на предприятии способа сварки (ручной дуговой). При данном способе сварки, систематически выявляли дефекты в сварном шве, а наиболее часто в корне шва: в частности непровар. При контроле качества сварного соединения и оценки годности непровар является недопустимым дефектом и подлежит исправлению. В целом можно считать, что качество ручной дуговой сварки, значительно ниже, чем автоматической. Уровень дефектности для ручной дуговой сварки составляет 10-15 %.

Для надежного и полного провара корневого шва без каких-либо де-

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

фектов и заполнения разделки рекомендуется использовать механизированную дуговую сварку плавящимся электродом в защитных газах.^[1] Уровень дефектности автоматической дуговой сварки плавящимся электродом в защитных газах составляет 2-5 %. Для обеспечения хорошего формирования и качества корневого шва применяется сварочная проволока диаметра не более 1,6 мм. Так же этот способ требует тщательную и полную сборку. Кромки сопрягаемых деталей должны обрабатываться на станках механической резки с соблюдением заданного притупления, а сборка должна обеспечивать равномерный зазор без больших смещений кромок.

По сравнению с другими способами, сварка в защитных газах обладает рядом преимуществ: высокое качество сварных соединений на разнообразных металлах и сплавах различной толщины; возможность сварки в различных пространственных положениях; возможность визуального наблюдения за образованием шва, отсутствие операций по засыпке и уборке флюса и удалению шлака; высокая производительность, легкость механизации и автоматизации; низкая стоимость при использовании активных защитных газов; возможность варьирования состава защитного газа; высокая культура производства и хорошие гигиенические условия труда сварщика. К недостаткам способа относится необходимость применения защитных мер против световой и тепловой радиации дуги. При сварке в углекислом газе наблюдается большое разбрызгивание металла, повышенное выделение дыма и аэрозолей, возникает необходимость защиты дуги от ветра. Для сварки в углекислом газе характерны бугристость шва и более резкий переход металла шва к основному металлу.

2.2 Сущность способа

При сварке в зону дуги 1 через сопло 2 непрерывно подается защитный газ 3 (рисунок 3). Теплотой дуги расплавляется основной метал 4 и, при выполнении сварки расплавленный металл сварочной ванны, кристаллизуясь, образует шов.

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

Образование шва происходит за счет расплавления кромок основного металла и дополнительно вводимого присадочного металла. В качестве защитных газов применяем смесь активных и инертного газа.^[1] По отношению к электроду защитный газ подается централизованно (рисунок 4), для изготовления коллектора.

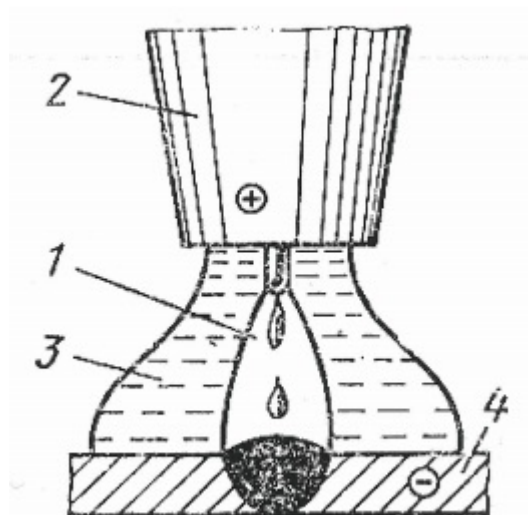


Рисунок 3 – Дуговая сварка в защитных газах

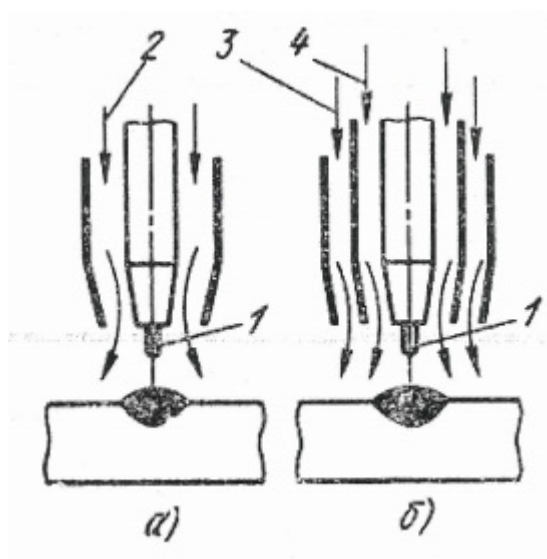


Рисунок 4 – Централизованная подача защитного газа в зону сварки

2.3 Сварка плавящимся электродом

При сварке дуга горит между концом непрерывно расплавляющейся проволоки и изделием. Проволока подается в зону дуги с помощью механизма со скоростью, равной средней скорости ее плавления. Это обуславливает

постоянство средней длины дугового промежутка. Расплавленный металл электродной проволоки переходит в сварочную ванну и таким образом, участвует в формировании шва. В качестве защитной среды - газовая смесь.

Преимущества плавящегося электрода при сварке в защитных газах следующие:

- высокий удельный тепловой, обеспечивающий относительно узкую зону термического влияния;
- возможность металлургического воздействия на металл шва за счет регулирования состава проволоки и защитного газа;
- широки возможности механизации и автоматизации процесса сварки;
- высокая производительность сварочного процесса.

Перенос металла через дуговой промежуток обуславливает технологические характеристики дуги. От характера переноса металла зависят стабильность горения дуги, ее тепловой баланс, металлургические реакции в зоне сварки, размеры проплавления и формирования шва.

Перенос металла через дуговой промежуток происходит в виде капель и паров. Капли формируются на конце электрода под воздействием силы тяжести, поверхностного натяжения, давления газов, образующихся внутри расплавленного металла, кинетической энергии движущихся газов, электростатических и электродинамических сил, реактивного давления паров металла, а при сварке многоатомных газов под воздействием дополнительного давления в зоне активного пятна, связано с диссоциацией молекул газа.

Основными силами, обуславливающими формирование капель электродного металла и перенос его через дуговой промежуток, являются аксиальная сила, возникающая в результате пинч-эффекта, и силы поверхностного натяжения. Сила тяжести имеет практическое значение при токе, относительно небольшом для диаметра проволоки. Расплавленный металл на конце электрода под действием поверхностного натяжения собирается в капли. По мере расплавления электрода капля растет до такого объема, когда её вес становится равным силе поверхностного натяжения, и капля отрывается.

При взаимодействии металла с газами поверхностное натяжение изме-

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

няется. Кислород снижает поверхностное натяжение (рисунок 5).

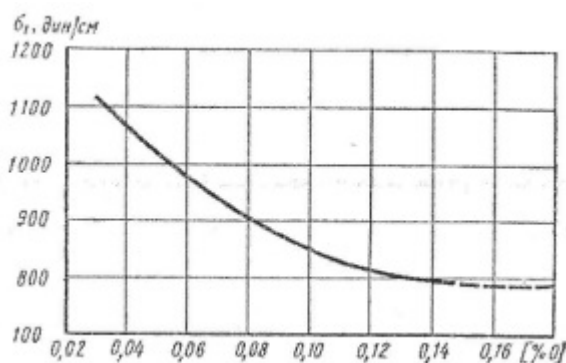
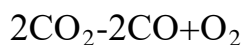


Рисунок 5 -Влияние содержания O₂ на поверхностное натяжение

С повышением температуры поверхностное натяжение уменьшается. С увеличением силы тока уменьшается роль силы тяжести в формировании капли и растет сжимающее действие электромагнитных сил, способствующих отделению капли от электрода. Благодаря этому по мере увеличения тока уменьшается размер капель электродного металла, изменяется характер переноса металла от крупнокапельного к мелкокапельному, а затем к струйному (рисунок 6).

На поверхности капли происходит испарение металла. Реактивное давление паров и выделяющихся газов при определенных условиях может влиять на перенос металла. В среде аргона реактивное давление паров металла незначительно и его можно не принимать во внимание.

При сварке в среде многоатомных газов протекает реакция диссоциации молекул с увеличением объема:



Эта реакция эндотермическая, поэтому она протекает в зоне наибольшего выделения энергии, в активных пятнах дуги. Избыточное давление в зоне активного пятна, вызванное диссоциацией газа, воздействует на формирование капель расплавленного металла и является одной из основных причин отклонения капель от оси электрода. В некоторых случаях следует учитывать кинетическую энергию плазменного потока.

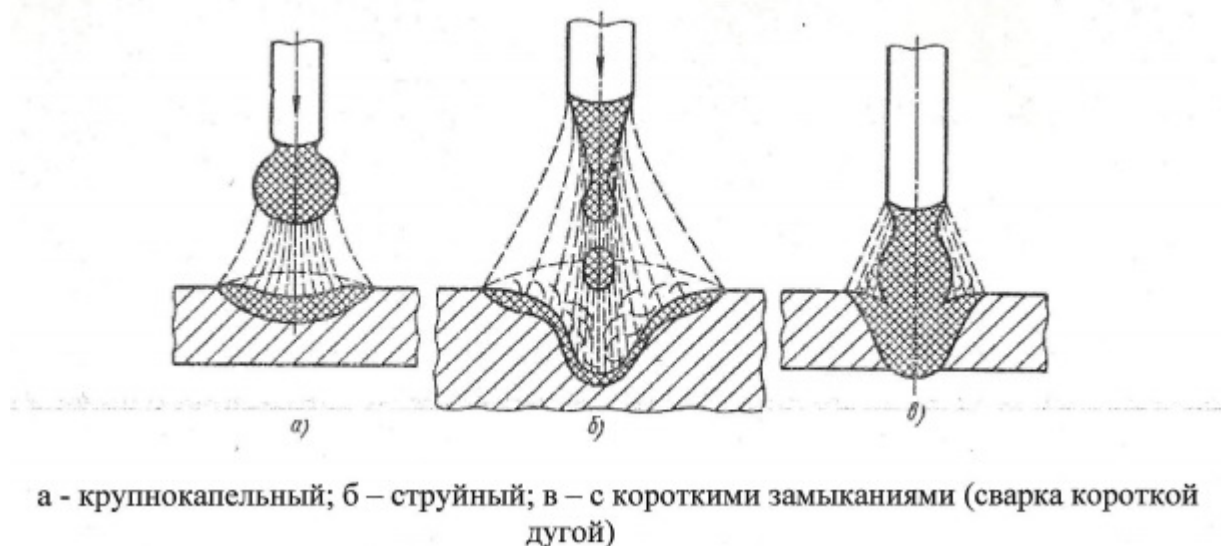


Рисунок 6 - Разновидности переноса металла в дуге при сварке в среде защитных газов

2.4 Определение видов сварных соединений и типов сварных швов

Сварным соединением считают элемент сварной конструкции, состоящей из двух или нескольких деталей конструкции и сварного шва, соединяющего эти детали.

Для изготовления коллектора сварные соединения регламентируются ГОСТ 16037-80 «Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры». ГОСТ устанавливает так же размеры и формы подготовки кромок свариваемых деталей.

Для изготовления данного изделия конструктором заложено 2 вида углового соединения: У5 и У20.

Угловое соединение - самое типичное сварное соединение при изготовлении коллекторов трубопроводов. Угловое соединение осуществляется при расположении свариваемых элементов под заданным углом, и сварка выполняется по кромкам этих элементов. Эти сварные соединения выполняют швом, который представляет собой затвердевший металл, соединяющий элементы сварной конструкции.

Угловые швы также называют валиковыми. ГОСТ 2.312-72 «Единая система конструкторской документации. Условные изображения и обозначения

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

швов сварных соединений» устанавливает графическое обозначение сварных швов.

Таблица 3 - Типы сварных соединений [19]

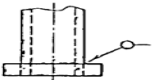
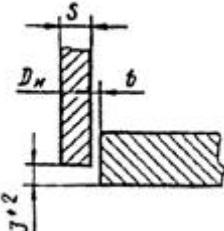
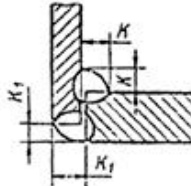
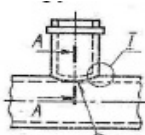


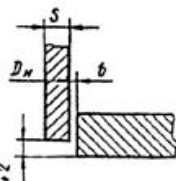
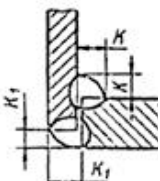
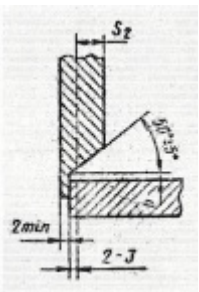
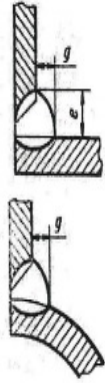
Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Форма поперечного сечения		стенки и минимальный наружный диаметр	Условное обозначение сварного соединения
			Подготовленных кромок	Сварного шва		
1	2	3	4	5	6	7
Угловое соединение трубы с фланцем 	Без скоса кромок	Двусторонний			3-20	У5
Угловое соединение приварыша с трубой 	Со скосом одной кромки	Односторонний			4-20	У20

Таблица 4 – Конструктивные элементы и их размеры [19]

Условное обозначение сварного шва	Конструктивные элементы и размеры		Способ сварки	b		S		K		K	
	Подготовленных кромок свариваемых деталей	Сварного шва		Но мин.	Пр отдел. от-клон	Но мин.	Пр отдел. от-клон	Но мин.	Пр отдел. от-клон	Но мин.	Пр отдел. от-клон
У5			п	1	0.5	0,5	0,5				

У20			п	1	0,5	4	.5	1
-----	---	--	---	---	-----	---	----	---

Примечания:

ЗП - дуговая сварка в защитном газе плавящимся электродом;

s ; s_1 - толщины стенок свариваемых изделий;

b - зазор между кромками свариваемых деталей после прихватки;

c - притупление кромки;

e - ширина сварного шва;

g - выпуклость сварного шва.

2.5 Выбор сварочных материалов

При сварке низкоуглеродистых сталей для защиты расплавленного электродного металла и металла сварочной ванны широко используют смеси углекислого газа (до 20 %) и аргоном (до 80 %).[7]

Кислород способствует увеличению степени окисления защитного газа и повышению температуры и жидкотекучести металла ванны. При его введении необходимо применять проволоку с повышенным содержанием раскислителей. Примесь кислорода к углекислому газу способствует уменьшению разбрызгивания и снижению привариваемости брызг к изделию, повышает стабильность горения дуги, улучшает формирование шва, уменьшает высоту усиления и бугристость шва.

Швы имеют более плавный переход к основному металлу, по сравнению со швами, выполненными в чистом углекислом газе без кислорода. Кислород связывает водород и уменьшает его влияние на образование пор, а также снижает поверхностное натяжение сварочной ванны. При увеличении времени пребывания ванны в жидком состоянии происходит более полное

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

удаление неметаллических включений и лучшая дегазация металла ванны.^[7]

Добавки в углекислый газ аргона, изменяют технологические свойства дуги (глубину проплавления, форму шва, стабильность дуги и другие) и позволяют регулировать концентрацию легирующих элементов в металле шва.

При составе смеси CO₂ - 20 %; Ar - 80%; получается ровный, гладкий шов, обеспечивается глубокое проплавление, увеличивается плотность шва. При оптимальном составе смеси - шов имеет серебристый цвет. Диапазон токов при стабильном ведении процесса сварки расширяется. Обеспечивается меньшее разбрызгивание, лучшая форма провара и меньшее излучение дуги, по сравнению со сваркой в чистом аргоне или в углекислом газе.

Сварка в смеси Ar - CO₂ возможна во всех пространственных положениях. При автоматической и полуавтоматической сварке плавящимся электродом в защитном газе обычно используют электродную проволоку диаметром от 1,2 до 2,0 мм. Для сварки низкоуглеродистой стали 20 применяют электродную проволоку марки Св - 08Г2С [8] ГОСТ 2246 - 70. Это низколегированная проволока.

Таблица 5 - Химический состав сварочной проволоки [8]

Марка проволоки	Массовая доля элементов, %						
	C	Si	Cr	Ni	Mn	S	P
Св-08Г2С	0,05-0,11	0,7-0,95	<20	<25	1,8-2,1	Не более 0,025	Не более 0,03

На свойства металла шва значительное влияние оказывает качество углекислого газа.

Углекислый газ, или диоксид углерода, высший оксид углерода, может находиться в газообразном, сжиженном или твердом (в виде сухого льда) состоянии. Плотность двуокиси углерода зависит от давления, температуры и агрегатного состояния, в котором она находится.

Углекислый газ - широко распространенный в природе бесцветный газ, имеет слабый кисловатый запах и вкус, хорошо растворяется в воде и, образуя угольную кислоту H₂CO₃, придает ей кислый вкус. В воздухе содержится 0,03 % CO₂.

Поскольку для получения швов высокого качества необходим углекислый газ высокой частоты, для сварки используют двуокись углерода высшего

					ДП 44.03.04.608 ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			22

и первого сортов (таблица 6).

Таблица 6 - Состав двуокиси углерода (по ГОСТ 8050 - 85) [7]

Показатель	Сорт	
	высший	первый
Объемная доля (CO ₂), не менее	99,8	99,5
Массовая концентрация минеральных масел и механических примесей, мг/кг. не более	0,1	0,1
Массовая концентрация водяных паров при температуре 20°С и давлении 101.3 кПа, г/см ³ , не более, что соответствует температуре насыщения CO ₂ водяными парами при температуре 20°С, не выше, и давлении 101.3 кПа, г/см ³ , не более	0,037	0,184
	-48	-48

Согласно ГОСТ8050 - 85 двуокись углерода не должна содержать сероводород, кислоты, органические соединения (спирты, эфиры, альдегиды, органические кислоты, аммиак, ароматические углеводороды).

Двуокись углерода нетоксична, невзрывоопасна. Однако при концентрациях более 5 % (92 г/м) двуокись углерода оказывает вредное воздействие на здоровье человека, так как она тяжелее воздуха в 1,5 раза и может накапливаться в слабо проветриваемых помещениях у пола и в приямках, а также во внутренних объемах оборудования для получения, хранения и перевозки газообразной двуокиси углерода.

Кислород (О) - химический элемент 4 группы периодической системы Д.И.Менделеева, атомный номер 8, атомная масса 15,9994. При нормальных условиях газ без цвета, запаха и вкуса. Химический наиболее активный неметалл.

Кислород - самый распространенный химический элемент на Земле. В атмосфере находится в свободном состоянии и составляет 23,15 % массы воздуха. В обычных условиях молекула кислорода двухатомна (O₂).

В сварочном производстве кислород широко применяют для дуговой сварки, как составную часть газовой защитной смеси. При достаточно высоком содержании элементов раскислителей в переплавляемом дугой металле, кислород может вводиться в зону сварки.

Кислород не токсичен, не горюч и не взрывоопасен, однако, являясь сильным окислителем, резко увеличивает способность других материалов горению. Накопление кислорода в воздухе помещений создает опасность воз-

никновения пожаров. Объемная доля кислорода в рабочих помещениях не должна превышать 23%.

Аргон - химический элемент восьмой группы периодической системы Д.И. Менделеева, инертный газ, атомный номер 18, атомная масса 39.948.

При обычных условиях аргон - бесцветный, неядовитый газ, без запаха и вкуса, почти в полтора раза тяжелее воздуха. В природе аргон присутствует только в свободном виде. Объемная концентрация аргона в воздухе 0.93 %. С большинством элементов аргон не образует химических соединений.

В сварочном производстве аргон широко используют в качестве защитной среды при сварке, по её условиям требуется аргон различной чистоты, то промышленность выпускает его двух сортов (таблица 7), поставляемые как в газообразном, так и в жидком состоянии.

Таблица 7 - Состав газообразного аргона, % (ГОСТ 10157 - 79) [7]

Показатель	Сорт	
	высший	первый
Объемная доля аргона, %, не менее	99,993	99,87
Массовая доля кислорода, не более	0,0007	0,002
Массовая доля азота, не более	0,005	0,01
Массовая концентрация водяного пара при температуре 20°С и давлении 101,3 кПа, г/см ³ , не более	0,007	0,01

Аргон нетоксичен и невзрывоопасен. Газообразный аргон тяжелее воздуха и может накапливаться в слабо проветриваемых помещениях у пола и в приямках, а также во внутренних объемах оборудования для получения, хранения и перевозки газообразного и жидкого аргона.

2.6 Расчет параметров режима сварки

При выполнении сварного шва прежде всего определяют режим сварки, обеспечивающий хорошее качество сварного соединения, установленные размеры и форму при минимальных затратах материалов, электроэнергии и труда.

Влияние полярности тока. [8]

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

Сварку в среде защитных газов плавящимся электродом производят на постоянном токе обратной полярности. Это объясняется тем, что при прямой полярности процесс сварки характеризуется большим разбрызгиванием даже при сварке значительно меньшими токами. Это приводит к уменьшению глубины провара. Хотя коэффициент плавления электродной проволоки при сварке на обратной полярности в 1,5 - 1,8 раза меньше, чем при сварке на прямой полярности, это преимущество в большинстве случаев не удастся использовать, так как при сварке на прямой полярности ширина шва значительно меньше, а высота выпуклости больше, чем при сварке на обратной полярности. Кроме того, сварка на прямой полярности характеризуется увеличением окисления элементов и повышением склонности шва к образованию пор.

Влияние объемного расхода газа. [8]

Количество расходуемой газовой смеси в значительной степени влияет на качество сварного шва. Необходимое для сварки количество смеси зависит от режима сварки и от формы и размеров свариваемого изделия.

С увеличением расхода газа снижаются значения коэффициентов плавления и наплавки, так как при этом столб дуги охлаждается поступающим в зону сварки газом. Но малый расход газа не удовлетворяет требованиям газовой защиты. Следовательно, расход газовой смеси должен быть минимальным, но достаточным для создания надежной защиты расплавленного металла от окружающей атмосферы. При сварке проволокой диаметром 1,6 - 2,0 расход газа составляет 10 - 20 литров в минуту. При этом среднее количество газа расходуется при сварке стыковых швов, при сварке угловых соединений - наибольшее. Это связано с тем, что условия защиты сварочной ванны в значительной мере зависят от типа соединения и положения шва.

На расход смеси существенное влияние оказывает и скорость перемещения дуги. С повышением скорости перемещения дуги расход смеси надо увеличить, чтобы улучшить защиту сварочной ванны. При большой скорости перемещения дуги и недостаточном количестве газа, сварочная проволока и ванна расплавленного металла не будут иметь нужной защиты.

Повышение расхода смеси при прочих постоянных факторах приводит

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

к некоторому увеличению выгорания раскислителей кремния и марганца и практически не влияет на количество углерода в металле шва.

2.6.1 Расчет режима механизированной сварки углового соединения У5

Основными параметрами режима механизированной сварки (автоматической и полуавтоматической) в защитных газах, оказывающее существенное влияние на размеры и форму швов: сила сварочного тока, плотность тока в электроде, напряжение дуги, скорость сварки, род тока и его полярность.

Расчет осуществляется в два этапа. Первый этап - расчет режима сварки шва с обратной стороны, исходя из условий проплавления. Второй этап - определение режимов основного шва.

Производим расчет обратного валика. Катет $K1=4$ мм.

1. Необходимая глубина проплавления:

$$h_p = S - 0,5b \quad (1.12)$$

$$h_p = 6 - 0,5 * 2 = 5 \text{ мм}$$

2. Расчет площади наплавленного металла:

$$F_H = F_y + F_0 \quad (1.13)$$

$$F_y = 0.73 * e * q \quad (1.14)$$

$$F_y = 0,73 * 6 * 1,5 = 6,5 \text{ мм}^2$$

$$F_0 = K1^2 / 2 \quad (1.16)$$

$$F_0 = 4 * 4 / 2 = 8 \text{ мм}^2$$

$$F_H = 6,5 + 8 = 14,5 \text{ мм}^2$$

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

3. Расчет диаметра сварочной проволоки:

$$d_{\pi} = k_d * F_H^{0,625} \quad (1.18)$$

$$d_{\pi 4} = 0,036 \dots 0,16 * 14,5 = 0,36 \dots 1,6 \text{ мм}$$

Принимаем $d_{\pi} = 1,2 \text{ мм}$.

4. Расчет значения сварочного тока:

$$I_{\text{св}} = (h_p / k_d) * 100 \quad (1.19)$$

$$k_d = 2,2 \quad [3]$$

$$I_{\text{св}} = (5/2,2) * 100 = 220 \pm 5 \text{ А}$$

5. Вылет электродной проволоки:

$$l_{\text{э}} = 10 * 1,2 \quad (1.20)$$

$$l_{\text{э}} = 10 * 1,2 = 12 \text{ мм}$$

6. Коэффициент расплавления:

$$\alpha_p = 1,21 * I_{\text{св}}^{0,32} * l_{\text{э}}^{0,39} * \frac{1}{d_{\text{э}}^{0,64}} \quad (1.21)$$

$$\alpha_p = 1,21 * 220^{0,32} * 12^{0,39} * 1/1,2^{0,64} = 18,1 \text{ г/А*ч}$$

7. Значение плотности тока:

$$j = \frac{4 * I_{\text{св}}}{\pi * d_{\text{э}}^2} \quad (1.22)$$

$$j = \frac{4 \cdot 220}{3,14 \cdot 1,2^2} = 195 \pm 5 \text{ А/м}^2$$

8. Коэффициент наплавки:

$$\alpha_n = \alpha_p \frac{100 - \psi_n}{100} \quad (1.23)$$

$$\psi_n = 3\%$$

$$\alpha_n = 18,1 \cdot \frac{100 - 3}{100} = 17,7 \text{ г/А*ч}$$

9. Скорость сварки:

$$V_{св} = \frac{\alpha_n \cdot I_{св}}{3600 \cdot \rho \cdot F_n} \quad (1.24)$$

Где ρ – плотность наплавленного металла.

$$\rho = 7,8.$$

$$V_{св} = \frac{17,7 \cdot 220}{100 \cdot 7,8 \cdot 0,145} = 34 \pm 2 \text{ м/ч}$$

10. Напряжение дуги:

$$U_d = 15 + 0,05 \cdot I_{св} \quad (1.25)$$

$$U_d = 15 + 0,05 \cdot 220 = 26 \pm 2 \text{ В}$$

11. Погонная энергия:

$$q_n = \frac{I_{св} \cdot U_d \cdot \eta}{V_{св}} \quad (1.26)$$

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

$$\eta=0.75$$

$$q_n = \frac{220 \cdot 26 \cdot 0.75}{0.29} = 13592.5 \text{ Дж/см}$$

12. Коэффициент формы провара:

$$\psi_{np} = \kappa' (19 - 0.01 \cdot I_{св}) \frac{d_{э.п} \cdot U_d}{I_{св}} \quad (1.27)$$

$\kappa' = 0.92$ (при $j \geq 120 \text{ А/мм}^2$ для постоянного тока обратной полярности)

$$\psi_{np} = 0.92 \cdot (19 - 0.01 \cdot 220) \frac{1.2 \cdot 26}{220} = 1.9$$

13. Проверим глубину проплавления:

$$h = 0.81 \sqrt[2]{q_n / \psi_{np}} \quad (1.28)$$

$$h = 0.81 \sqrt[2]{13592.5 / 1.9} = 5.2 \text{ мм}$$

14. Скорость подачи электродной проволоки:

$$V_{nn} = \frac{4 V_{св} \cdot F_n}{\pi d_{э}^2} \quad (1.29)$$

$$V_{nnс4} = \frac{4 \cdot 34 \cdot 14.5}{3.14 \cdot 1.44} = 541 \text{ м/ч}$$

Полученные данные сводим в таблицу 8

Таблица 8 – Режимы для автоматической сварки в смеси защитных газов каргон-20

$F_n, \text{ мм}^2$	$d_{э.п}, \text{ мм}$	$V_{св}, \text{ м/ч}$	$V_{э.п}, \text{ м/ч}$	$I_{св}, \text{ А}$	$U_d, \text{ В}$	$l_{э.п}, \text{ мм}$	$q_{з.г.}, \text{ л/мин}$
14,5	1,2	34 ± 2	541 ± 5	220 ± 5	26 ± 2	$12 \pm 3,2$	12

					ДП 44.03.04.608 ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			29

2.6.2 Расчет режима механизированной сварки углового соединения У20

Производим расчет основного углового шва У5. Катет $K=7$ мм.

1. Необходимая глубина проплавления:

$$h_p = S - 0,5b \quad (1.12)$$

$$h_p = 6 - 0,5 * 2 = 5 \text{ мм}$$

2. Расчет площади наплавленного металла:

$$F_H = F_y + F_o \quad (1.13)$$

$$F_y = 0,73 * e * q \quad (1.14)$$

$$F_y = 0,73 * 10 * 2 = 14,6 \text{ мм}^2$$

$$F_o = K^2 / 2 \quad (1.16)$$

$$F_o = 7 * 7 / 2 = 24,5 \text{ мм}^2$$

$$F_H = 14,6 + 24,5 = 39,1 \text{ мм}^2$$

3. Расчет диаметра сварочной проволоки:

$$d_{\pi} = k_d * F_H^{0,625} \quad (1.18)$$

$$d_{\pi 4} = 0,036 \dots 0,16 * 39,1 = 0,36 \dots 1,6 \text{ мм}$$

Принимаем $d_{\pi} = 1,2 \text{ мм}$.

4. Расчет значения сварочного тока:

$$I_{св} = (h_p/k_d) * 100 \quad (1.19)$$

$$k_d = 1,8 \quad [3]$$

$$I_{св} = (5/1,8) * 100 = 280 \pm 5A$$

5. Вылет электродной проволоки:

$$l_{\varnothing} = 10 * 1,2 \quad (1.20)$$

$$l_{\varnothing} = 10 * 1,2 = 12 \text{ мм}$$

6. Коэффициент расплавления:

$$\alpha_p = 1,21 * I_{св}^{0,32} * l_{\varnothing}^{0,39} * \frac{1}{d_{\varnothing}^{0,64}} \quad (1.21)$$

$$\alpha_p = 1,21 * 280^{0,32} * 12^{0,39} * 1/1,2^{0,64} = 19,2 \text{ г/А*ч}$$

7. Значение плотности тока:

$$j = \frac{4 * I_{св}}{\pi * d_{\varnothing}^2} \quad (1.22)$$

$$j = \frac{4 * 280}{3,14 * 1,2^2} = 245 \pm 5 \text{ А/мм}^2$$

8. Коэффициент наплавки:

$$\alpha_n = \alpha_p \frac{100 - \psi_n}{100} \quad (1.23)$$

$$\psi_n = 3\%$$

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

$$\alpha_H = 19,2 * \frac{100-3}{100} = 18,8 \text{ г/А*ч}$$

9. Скорость сварки:

$$V_{св} = \frac{\alpha_H * I_{св}}{3600 * p * F_H} \quad (1.24)$$

Где p – плотность наплавленного металла.

$$p = 7.8.$$

$$V_{св} = \frac{18,8 * 280}{100 * 7,8 * 0,391} = 17 \pm 2 \text{ м/ч}$$

10. Напряжение дуги:

$$U_d = 15 + 0,05 * I_{св} \quad (1.25)$$

$$U_d = 15 + 0,05 * 280 = 28 \pm 2 \text{ В}$$

11. Погонная энергия:

$$q_n = \frac{I_{св} * U_d * \eta}{V_{св}} \quad (1.26)$$

$$\eta = 0.75$$

$$q_n = \frac{280 * 28 * 0.75}{0.29} = 15592.5 \text{ Дж/см}$$

12. Коэффициент формы провара:

$$\psi_{пр} = \kappa * (19 - 0,01 * I_{св}) * \frac{d_{э} * U_d}{I_{св}} \quad (1.27)$$

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

$\kappa' = 0,92$ (при $j \geq 120 \text{ А/мм}^2$ для постоянного тока обратной полярности)

$$\psi_{np} = 0,92 * (19 - 0,01 * 280) \frac{1,2 * 28}{280} = 2,2$$

13. Проверим глубину проплавления:

$$h = 0.81 \sqrt[2]{qn/\psi_{np}} \quad (1.28)$$

$$h = 0.81 \sqrt[2]{15592,5/2,2} = 6,2 \text{ мм}$$

14. Скорость подачи электродной проволоки:

$$V_{nn} = \frac{4V_{св} * F_H}{\pi d_{\text{э}}^2} \quad (1.29)$$

$$V_{nnс4} = \frac{4 * 17 * 39}{3,14 * 1,44} = 590 \text{ м/ч}$$

Полученные данные сводим в таблицу 9

Таблица 9 – Режимы для автоматической сварки в смеси защитных газов каргон-20

$F_H, \text{ мм}^2$	$d_{\text{э.п}}, \text{ мм}$	$V_{\text{св}}, \text{ м/ч}$	$V_{\text{э.п}}, \text{ м/ч}$	$I_{\text{св}}, \text{ А}$	$U_d, \text{ В}$	$l_{\text{э.п}}, \text{ мм}$	$q_{\text{з.г}}, \text{ л/мин}$
39,1	1,2	17 ± 2	590 ± 5	280 ± 5	28 ± 2	$12 \pm 3,2$	12

2.7 Выбор оборудования для сварки изделия

2.7.1 Выбор сварочной головки

Для сварки корпуса емкости для гидросистемы из стали 09Г2С требуется сварочный аппарат с постоянной подачей проволоки, для исключения прерывания сварочных процессов и охлаждения свариваемого металла, связанных с заменой электрода. А так же при выборе сварочного аппарата следует учитывать технические характеристики машины и режимы сварки дан-

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

ного изделия. Также следует учитывать способ сварки изделия. Проанализировав данное изделие (корпус емкости), выбрав способ сварки и приняв меры по уменьшению ручного труда сварщика, выбираем сварочную головку А-1406 (рисунок 3).

Сварочная головка А-1406 с естественным охлаждением токопроводящей части сварочной головки и сопла с плавным регулированием скорости подачи электродной проволоки используется для автоматической однослойной и многослойной сварки в смеси газов каргон 20 на постоянном токе прямолинейных, стыковых, кольцевых и угловых швов. Сварка осуществляется стальной электродной проволокой Св-08Г2С.

Технические характеристики сварочной головки А-1406 приведены в таблице 10.

Таблица 10-Технические характеристики сварочной головки А-1406

Номинальное напряжение сети, В	380
Частота тока питающей сети, Гц	50
Номинальный сварочный ток, А	при ПВ="60% 500
Диапазон регулирования сварочного тока, А	60 ÷ 500
Количество электродов, шт	1
Диаметр электродной проволоки, мм: - сплошной - порошковой	1,2 ÷ 2,0 2,0 ÷ 5,0
Пределы плавного регулирования скорости подачи электродной проволоки, м/ч	17 ÷ 553
Вертикальное перемещение сварочной головки: - ход, мм - скорость, м/ч	500 29,4
Поперечное перемещение сварочной головки: - ход, мм - скорость, м/ч	±70 от руки
Регулировка угла наклона электрода (мундштука), град	±30 ручное
Амплитуда колебания электрода при наплавке порошковой проволокой диаметром до 3 мм., мм	10 ÷ 70

Флюсоаппаратура: - объем, дм ³ - расход воздуха, м ³ /ч - высота всасывания флюса, м	40 20 2
Масса, кг: - сварочной головки - источника питания	185 275
Габаритные размеры, мм: - сварочной головки - источника питания	1010×890×1725 805×600×1030



Рисунок 1.3– Сварочная головка А-1406

2.7.2 Выпрямитель сварочный ВДУ-506С

В качестве источника питания для сварочной головки А-1406 выбираем выпрямитель сварочный ВДУ-506С (рисунок 1.4). [6]



Рисунок 1.4 - Выпрямитель сварочный ВДУ-506С

Выпрямитель сварочный ВДУ-506С универсальный, тиристорный стационарный с принудительной вентиляцией с падающими и двумя видами жестких внешних характеристик общего назначения. Предназначен для комплектации автоматов для сварки под слоем флюса и в среде углекислого газа. Техническая характеристика сварочного выпрямителя ВДУ-506С приведена в таблице 11.

Таблица 11 - Техническая характеристика источника питания ВДУ-506С

Параметр	Показатель
Напряжение питающей сети, В	3х380
Частота питающей сети, Гц	50
Номинальный сварочный ток, А (ПВ, %)	500(60%)
Пределы регулирования сварочного тока, А	50-500
Напряжение холостого хода, В, не более	85
Номинальное рабочее напряжение, В	50
Диаметр электрода, электродной проволоки, мм	
Стальная	-
Порошковая	-
Скорость подачи электродной проволоки, м/ч	-
Мощность привода, Вт	-
Потребляемая мощность, кВА, не более	34
Масса, кг, не более	260

2.7.3 Система слежения по стыку (двух координатная) WTS

Система, следящая двух координатная (рисунок 5), предназначена для управления положением сварочной головки относительно свариваемого стыка. Слежение осуществляется при помощи механического сенсора с фотоэлектронной системой по траектории, определяемой сварочной разделкой или по специальному копиру.



Рисунок 1.5 – Система слежения по стыку WTS

Сварочная головка устанавливается на вертикальный и горизонтальный суппорта, собранные в виде креста и оснащенные сервомоторами. Система состоит из сенсора, блока управления, пульта дистанционного управления (рисунок 6), и двух суппортов. Система слежения по стыку может работать в зависимости от типа сварного шва в различных режимах. Система может быть настроена либо по слежению, либо по корню стыка.

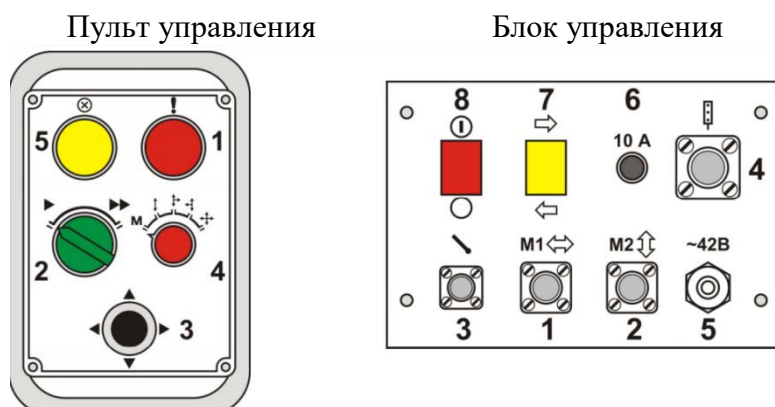


Рисунок 1.6 – Управление системой слежения

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Дистанционный пульт управления:

1. Индикатор лампа (красная). Лампа загорается тогда, когда щуп теряет контакт с изделием в вертикальной плоскости. Автоматическое слежение выключается.

2. Переключатель с зеленой подсветкой. Служит для ручного выбора повышенной скорости при работе от джойстика.

3. Джойстик. Ручное управление сервоприводами суппортов:

- вверх-вниз.
- вправо-влево.

Джойстик всегда имеет приоритет, когда индикаторная лампа 1 гаснет, движение вниз невозможно.

4. Переключатель на пять положений. Выбор режима слежения:

- ручная предварительная.
- слежение в вертикальной плоскости.
- слежение в вертикальной и горизонтальной плоскостях с перемещением щупа вправо.
- слежение в вертикальной и горизонтальной плоскостях с перемещением щупа влево.
- слежение в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

5. Индикаторная лампа (желтая). Загорается при включении питания.

Блок управления:

1. Разъем (4 положения) для подключения мотора горизонтального сервосуппорта.

2. Разъем (4 положения) для подключения мотора вертикального сервосуппорта.

3. Разъем (7 положений) для подключения датчика.

4. Разъем (19 положений) для подключения пульта дистанционного управления или внешней системы управления.

5. Подсоединение питания 42В.

6. Предохранитель 10А.

7. Переключатель для переключения направления перемещения горизонтального суппорта.

8. Выключатель питания.

Технические характеристики системы слежения WTS в собранном виде приведены в таблице 12.

Таблица 12 - Технические характеристики системы слежения WTS

Напряжение питания, В	42
Потребляемая мощность, Вт	400
Тип регулятора	ШИМ, четырехквadrантный
Рабочая температура, °С	0-250
Класс защиты	IP 53
Точность копирования, мм	0,7
Рабочий ход щупа сенсора, мм	4
Блок управления, мм	260x220x150
Пульт дистанционного управления, мм	190x150x140
Сенсор, мм	Д60Х160

2.7.4 Сварочный манипулятор



Рисунок 10 - Сварочный манипулятор HDY-1000

В технологических решениях большинства задач по подбору механического сварочного оборудования, кроме колонны, используются сварочный манипулятор. Он необходим для автоматической сварки любых кольцевых швов различных коллекторов. Манипулятор состоит из корпуса, планшайбы и гидроприводов наклона планшайбы и подъема планшайбы.

Данные гидроприводы регулируют угол позиционирования планшайбы в зависимости от диаметра и длины изделия, установленного на планшайбе. Привод планшайбы работает при помощи мотора постоянного тока с тиристорным регулятором скорости вращения.

Общий вид манипулятора HDY-1000 показан на (рисунке 10).

Технические характеристики приводной роlikоопоры ZT-50T приведены в таблице 13.

Таблица 13 - Технические характеристики манипулятора HDY-1000

Модель	HDY-1000
Макс. грузоподъемность (кг.)	1000
Диаметр планшайбы (мм)	Ø900
Скорость вращения (об/мин)	0.1-1
Мощность двигателя вращения (кВт)	0.55
Мощность двигателя наклона (кВт)	1.1
Угол наклона	-45-135°
Высота до поворотного стола (мм)	600-1400
Макс. эксцентриситет (мм)	200
Макс. смещение центра тяжести (мм)	250

2.7.5 Полуавтомат ПДГО-510 с ВДУ-506С

Полуавтомат предназначен для сварки изделий из стали на постоянном токе стальной и порошковой проволокой в среде защитных газов. Имеет возможность ручной дуговой сварки покрытыми электродами. Полуавтомат состоит из подающего механизма ПДГО-510 и выпрямителя ВДУ-506С (рисунок 12). [6]

Подающий механизм полужакрытого типа, внутри которого установлен 4-х роlikовый редукторный привод, электромагнитный клапан, плата управ-

ления и газовый тракт. Органы управления сварочным режимом расположены на лицевой панели.

Снаружи на отдельном кронштейне расположена кассета и тормозное устройство.

Механизм подачи может быть также использован при работе непосредственно с полной бухтой электродной проволоки, уложенной на разматывающее устройство.

Стыковочный узел с горелкой может быть двух видов: с евразъемом или специализированным соединением, что позволяет свободно работать с любым типом современных горелок.

Полуавтомат обеспечивает:

- Плавную регулировку и стабилизацию скорости подачи сварочной проволоки и напряжения.
- Управление газовым клапаном, подающим механизм и сварочным источником от кнопки на горелке.
- Изменение параметров сварочного режима в процессе сварки.
- Регулировку длительности растяжки дуги и продувки газа до и после сварки.

Полуавтомат имеет следующие технические решения:

- использование 4-х роликового редукторного привода обеспечивает повышенное тяговое усилие и возможность работы с горелками длиной до 5 м;
- применение 15 кг евро кассеты сварочной проволоки;
- зубчатое зацепление подающего и прижимного роликов.

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41



Рисунок 11 - Полуавтомат ПДГО-510 с выпрямителем ВДУ-506С

Технические характеристики полуавтомата ПДГО-510 с выпрямителем ВДУ-506С приведены в таблице 14.

Таблица 14 - Технические характеристики полуавтомата ПДГО-510 с, выпрямителем ВДУ-506С

	ВДУ-506С	ПДГО-510
Напряжение питающей сети, В	3х380	48
Частота питающей сети, Гц	50	-
Номинальный сварочный ток, А (ПВ, %)	500(60%)	-
Пределы регулирования сварочного тока, А	50-500	-
Напряжение холостого хода, В, не более	85	-
Номинальное рабочее напряжение, В	50	-
Диаметр электрода, электродной проволоки, мм		
Стальная	-	1.2-2.0
Порошковая	-	1.6-3.2
Скорость подачи электродной проволоки, м/ч	-	70-1000
Мощность привода, Вт	-	120
Потребляемая мощность, кВА, не более	34	-
Масса, кг, не более	260	15
Габаритные размеры, мм, длина/ширина/высота, не более	740х600х920	650х215х410



Рисунок – Сварочная колонна КСА

Технические характеристики колонны КСА приведены в таблице 15.

Таблица 15 - Технические характеристики колонны КСА

Параметры	Значения
Вертикальный ход консоли, мм	1600
Вылет консоли, мм	2000
Угол поворота консоли вокруг оси колонны (максимальный), в градусах	360
Маршевая скорость перемещения колонны (шасси), м/с	Не менее 0,1
Нагрузка на конец консоли (максимальная), кН	2,0
Электропитание, В	380
Габаритные размеры, мм	4400*1950*3480
Масса, кг	2850

Оборудование для дуговой полуавтоматической сварки Для выполнения прихваток и шва № 2 используем полуавтомат ПДГ-508 с источником питания ВДУ - 506. Регулирование скоростей подачи электродной проволоки - ступенчатое. Редуктор подающего механизма выполнен в виде коробки скоростей. В состав полуавтомата входят подающее устройство, сварочная горелка и комплект газовой аппаратуры.

Механизм подачи электродной проволоки приводится во вращение электродвигателем АОЛ - 12 - 4 мощностью 180 Вт. Подача проволоки осуществляется одной парой роликов. Изменение скорости подачи производится поворотом маховиков, расположенных на задней стенке механизма подачи.

Таблица 16 - Технические характеристики ПДГ - 508

Параметры	Значения
Номинальный сварочный ток, А	500
Продолжительность работы (ПВ), %	60
Пределы регулирования сварочного тока, А	100-500
Пределы регулирования рабочего напряжения, В	18-50
Скорость подачи сварочной проволоки, м/ч	105-708
Первичная мощность, кВА	40,0
Диаметр электродной проволоки, мм	1,2-2,0
Масса подающего устройства, кг	24,0
Тип источника питания	ВДУ - 506

2.8 Разработка технологического процесса сборки и сварки

Под технологическим процессом в машиностроении понимают последовательное изменение формы или состояния материала в целях получения изделия определенного вида или качества. Основная цель проектирования технологического процесса - разработка такого способа изготовления заданного изделия, который бы являлся наиболее рациональным не только технически, но и экономически при правильном и полном использовании всех технических возможностей оборудования и оснастки на наиболее выгодных режимах при минимальных затратах времени, рабочей силы, вспомогательных материалах и т. д.

Разработку процесса изготовления сварной конструкции в серийном производстве выполняют в два этапа: предварительный и окончательный.

На первом этапе (предварительном) проводят расчленение изделий (по их чертежам) на технологические узлы, установление рациональной последовательности рабочих операций, их сборки, сварки в соответствии с техническими условиями по обеспечению надлежащего качества изделия, выбор оснастки и средств механизации, назначение режимов обработки, нормирование и определение трудоемкости изготовления изделия.

Цель второго этапа - детальная проработка всех вопросов.

В исходных данных сказано, что детали на сварочный участок приходят после заготовительных операций.

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

Подготовка деталей перед сваркой

Поверхность деталей, полученных после заготовительных операций, имеет на себе следы различных загрязнений: масла, краски, окалины, окисных пленок. Подобные загрязнения поверхностей соединяемых деталей влекут за собой загрязнения и снижение качества металла швов, неудовлетворительное формирование их при сварке плавлением, снижение устойчивости сварочного процесса и появление прожогов.

Поэтому для получения качественного сварного соединения необходимо провести перед сваркой подготовку поверхности деталей или мест соединения. Это особенно существенно, когда исключена возможность проведения интенсивной металлургической обработки жидкого металла, т.е. при сварке плавлением в защитных газах. Такая подготовка заключается в очистке детали от загрязнений, удалений окалины и поверхностных окислов. Очистка осуществляется химическим и механическим путем. Травление производят водными растворами серной, азотной, соляной кислотами и их смесями. Поверхность металлов, полученная при травлении, во многих случаях более благоприятная для последующей сварки, чем поверхность после механической зачистки.

Для травления деталей требуется отдельное помещение, оборудованное ваннами, загрузочными устройствами, сушильными шкафами, вентиляцией и стоками.

Для механической очистки деталей используют щетки, проволока которых должна быть толщиной < 2 мм и достаточно жесткая.

Сборка сварной конструкции

После подготовки поверхностей детали поступают на сборку, являющуюся одной из наиболее ответственных операций в изготовлении изделия.

В общем виде сборка представляет собой совокупность операций по установлению деталей в положение, предусмотренное чертежом, для проведения последующей сварки. Основная цель разработки технологического процесса сборки заключается в определении наиболее выгодной последовательности и способа сборки отдельных деталей, обеспечивающих выполне-

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

ние поставленных технических требований на изготовление коллектора при минимальных затратах рабочей силы, времени и вспомогательных материалов. При разработке этого процесса стремимся к максимальной механизации сборочных работ.

Специфической особенностью при сборке деталей, соединяемых встык (фланец - патрубок), является соблюдение зазора 2 мм между свариваемыми кромками (величина зазора устанавливается ГОСТом). В производстве сварных конструкций находит применение последовательная сборка и сварка элементов, полная сборка всей конструкции с последующей её сваркой, параллельно - последовательная сборка и сварка.

Сборку осуществляем при помощи специальной сборочной оснастки.

Прихватка

После сборки детали её подвергают прихватке, проводимой с целью создания необходимой жесткости конструкции и сохранения неразъемности и расположения деталей относительно друг друга в процессе сварки.

Для сохранения заданных размеров сварного соединения и снижения коробления прихватку наиболее рационально выполнять при общем закреплении деталей в приспособлении. В зависимости от конкретных конструктивных и технологических особенностей изделия выбираем шаг прихватки.

При прихватке очень важно соблюдать заданные технические условия на сборку изделия.

Режимы прихватки перед сваркой совпадают с режимами самой сварки.

Сварка

Сварка является основной операцией технологического процесса производства сварной конструкции. Качество её выполнения во многом определяет надежность и работоспособность изделия.

Процесс сварки представляет собой сложный комплекс физико-химических превращений, протекающих при быстро изменяющейся высокой температуре и кратковременном воздействии регулирующих фаз с развитой поверхностью контакта.

Технологический процесс изготовления коллектора:

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

05. При сварке трубопровода группы Б и категории 1 выполнять требования инструкции 259.000И.

12. Перед сборкой и сваркой проверить соответствие:

- сварочных материалов сертификатам;
- подготовки кромок под сварку согласно чертежу или ГОСТ 16037-80;
- допускаемое смещение внутренних кромок труб по инструкции 259.000 И;
- удостоверений сварщиков на право сварки трубопроводов по инструкции 259.000 И;

15. Очистить травлением и зачисткой детали под сварку от грязи, влаги, масла, окалины, ржавчины на ширину не менее 20 мм от стыка.

20. Установить в приспособление для сборки патрубков поз.1 с фланцами поз.2 (2шт.) с одной и другой стороны, по чертежу, прихватить стыки в 2-х, 3-х диаметрально противоположных точках. Размеры прихваток согласно СТПА 248 - 90. Прихватки зачистить от брызг металла.

25. Установить собранный подузел в приспособление для сварки. Заварить соединение №1 плотным швом С по окружности. Очистить швы после сварки.

30. Зачистить наплывы и неровности с плавным переходом к основному металлу, удалить брызги на длину 85 мм от сварочного шва по всему диаметру (круг шлифовальный ГОСТ 2424-83).

35. Сдать Т. К. (подвергнуть сварное соединение ультразвуковому контролю согласно ГОСТ 14782- 86).

40. Установить сваренный подузел в приспособление, собрать по отверстиям в патрубке поз.1 фланец поз.4 и бобышку поз. 3 при помощи приспособления, прихватить в 2-х, 3-х диаметрально противоположных точках. Размеры прихваток согласно СТПА 248 - 90. Прихватки зачистить от брызг металла.

45. Приварить фланец поз.4 и бобышку поз. 3 к патрубку поз.1 по окружности плотным швом. Очистить швы после сварки, удалить брызги.

50. Маркировать номер заказа и обозначение.

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

55. Сдать Т. К.

60. Отправить на гидроиспытания

2.9 Контроль качества сварной конструкции

Контроль качества сварных соединений служит для регистрации технологических дефектов, но и включает разработку мероприятий, препятствующих их образованию или, во всяком случае, снижающих их вероятность. В совокупности эти мероприятия представляют собой комплексный технический контроль, который в соответствии с требованиями правил Ростехнадзора [20] имеет следующие основные разновидности: предварительный, пооперационный, приемочный. При предварительном контроле проверяют качество исходных материалов, техническое состояние сварочного оборудования, квалификацию сварщика.

Исходные материалы (детали, проволока, защитные газы) проверяют на основании сертификатных данных. При наличии внешних дефектов, а также при отсутствии сертификатов исходные материалы допускаются только после химического анализа, механических испытаний и испытаний на свариваемость.

Сварочную проволоку проверяют на чистоту поверхностей, отсутствие покрытий, нежелательных для заданного технологического процесса сварки, расслоений и закатов на ее поверхности.

Защитные газы проверяют на отсутствие вредных примесей и влаги.

Качество сварного соединения в большей степени зависит от исправности сварочного оборудования. Цель и назначение данного вида контроля - обеспечить поддержание сварочного оборудования в рабочем состоянии в соответствии с паспортными данными на каждую машину или аппарат.

Машины и аппараты для дуговой сварки должны обеспечивать устойчивое горение дуги, требуемую точность и правильность регулировки режима сварки.

В процессе производства сварщики должны периодически проходить

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

испытания, связанные с проверкой их квалификации. Для этого предприятие организует квалификационную комиссию, иногда с участием инспектора Госгортехнадзора. Проверку проводят по теории и практике.

Швы в изготовляемом коллекторе проверяем ультразвуковым контролем, а затем отправляем на гидроиспытания, цель которого - проверка прочности и плотности сварных соединений, а также всех элементов коллектора, работающих под давлением.

Аппаратура для ультразвукового контроля состоит из искателя, содержащего пьезопреобразователи для излучения и приема ультразвуковых колебаний, электронного блока (собственно дефектоскопа) и различных вспомогательных устройств.

Электронный блок предназначен для генерирования зондирующих импульсов высокочастотного напряжения, для усиления и преобразования эхо - сигналов, отраженных от дефекта, и наглядного отображения амплитудно-временных характеристик эхо - сигналов на экране электроннолучевой трубки.

Для контроля сварных швов применяем дефектоскоп ДУК - 66 П, работа которого показана на упрощенной блок - схеме (рисунок 14). От синхронизатора тактовые импульсы поступают на генератор зондирующих импульсов и запускают его. При подаче запускающего импульса в контуре, состоящего из индуктивности, емкости, пьезопластин и накопительного конденсатора, возникают кратковременные свободные радиочастотные колебания. Зондирующие импульсы возбуждают в пьезопластине ультразвуковые колебания соответствующей частоты. Одновременно тактовые импульсы с синхронизатора подаются также и на генератор развертки электронно-лучевой трубки. Для прозвучивания металла различной толщины скорость развертки может регулироваться.

Отраженные от дефекта импульсы упругих колебаний попадают на пьезопластину и преобразовываются в ней в электрические сигналы. Эти сигналы усиливаются в усилителе, а затем подаются на экран электронно-лучевой трубки (ЭЛТ).

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Горизонтальная развертка ЭЛТ является временной. Расстояние по развертке от зондирующего импульса до принятого сигнала пропорционально времени прохождения импульса от пьезопластины до дефекта и обратно. Зная скорость ультразвука и направление хода лучей, можно определить координаты дефектов или толщину изделия путем измерения этого времени с помощью подвижной П - образной метки глубиномера, называемой строб - импульсом. Погрешность измерения координат не превышает 2мм.

Отклонение луча ЭЛТ в вертикальном направлении характеризует амплитуду принятого сигнала и пропорционально величине дефекта. Для измерения амплитуды в дефектоскопах имеются специальные градуированные приборы - аттенюаторы.

В дефектоскопе имеется также автоматический сигнализатор дефектов (АСД). Для ускорения отчетов и повышения их точности процесс измерения величины дефектов и глубины их залегания автоматизируют при помощи приставки «Цифра - 1».

Искатели. Применяем наклонный (призматический), который вводит в металл поперечную волну под углом к поверхности ввода. Основным элементом искателя является пьезопреобразователь в виде диска или прямоугольной пластины толщиной, равной половине длины волны излучаемых ультразвуковых колебаний.

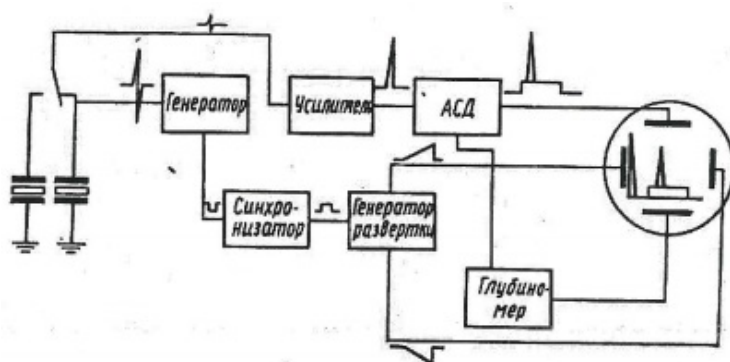


Рисунок 14 - Упрощенная блок - схема дефектоскопа ДУК - 66 П

Таблица 17 - Основные характеристики дефектоскопа ДУК - 66 П[18]

Характеристики	ДУК - 66 П
Частота ультразвука, излучаемого наклонным искателем, МГц	1,8; 2,5; 5,0
Максимальная условная чувствительность по стандартному образцу №1 при $\beta=40^\circ$ и $f=2.5$ МГц	45

Длительность развертки, мкс: минимальная максимальная	14+/-4 530
Динамический диапазон усилителя (по экрану трубки), дБ	10
Глубиномер	Подвижный строб импульс
Режим контроля	От поверхности
Дополнительные индикаторы	Динамик
Питание, В	~36/127/200; аккумулятор
Масса, кг	9 (с аккумулятором)

Гидравлический метод течеискания. Контролируемое изделие заполняют рабочей жидкостью или водой, герметизируют, а затем с помощью гидравлического насоса создают в нём избыточное давление и выдерживают под этим давлением некоторое время. Затем производят визуальный осмотр наружной поверхности изделия. Признаком дефекта является появление капель жидкости или отпотевания наружной поверхности. Такой метод контроля позволяет выявлять течи диаметром около 10^{-3} мм.

3. Экономический раздел

В ВКР спроектирован технологический процесс сборки и сварки элемента трубопровода, изготавливаемого из стали марки Ст20 с применением автоматической сварки в среде защитных газов.

По базовому варианту работа выполнялась ручной дуговой сваркой. Проектируемая технология предполагает замену РДС на автоматическую сварку в смеси газов.

2.1 Определение капиталобразующих инвестиций

2.1.1 Определение технологических норм времени на сварку изделия

Общее время на выполнение сварочной операции $T_{шт-к}$, ч., состоит из нескольких компонентов и определяется по формуле:

$$T_{шт-к} = t_{осн} + t_{пз} + t_{в} + t_{обс} + t_{п}, \quad (2.1)$$

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

где $T_{шт-к}$ – штучно-калькуляционное время на выполнение сварочной операции, ч.;

$t_{осн}$ – основное время, ч.;

$t_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, ч.;

$t_{в}$ – вспомогательное время, ч.;

$t_{обс}$ – время на обслуживание рабочего места, ч.;

$t_{п}$ – время перерывов на отдых и личные надобности, ч.

Основное время ($t_{осн}$, ч) – это время на непосредственное выполнение сварочной операции. Оно определяется по формуле:

$$t_{осн} = \frac{L_{шв}}{V_{св}}, \quad (2.2)$$

где $L_{шв}$ – сумма длин всех швов, м $\Sigma L_{шв} = 7,5$ м;

$V_{св}$ – скорость сварки (проектируемый вариант), м/ч, $V_{св} = 26$ м/ч;

$V_{св}$ – скорость сварки (базовый вариант), м/ч, $V_{св} = 12,5$ м/ч

Определяем основное время по формуле для обоих вариантов

Определяем основное время по формуле для обоих вариантов

$$t_{осн} = \frac{7,5}{12,5} = 0,6 \text{ ч (базовый вариант)}$$

$$t_{осн} = \frac{7,5}{26} = 0,28 \text{ ч (проектируемый вариант)}$$

Подготовительно-заключительное время ($t_{пз}$) включает в себя такие операции как получение производственного задания, инструктаж, получение и сдача инструмента, осмотр и подготовка оборудования к работе и т.д. При его определении общий норматив времени $t_{пз}$ делится на количество деталей, выпущенных в смену. Примем:

$$t_{пз} = 10\% \text{ от } t_{осн}$$

$$t_{пз} = 0,06 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{пз} = 0,028 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

Вспомогательное время ($t_в$) включает в себя время на заправку кассеты с электродной проволокой $t_э$, осмотр и очистку свариваемых кромок $t_{кр}$, очистку швов от шлака и брызг $t_{бр}$, клеймение швов $t_{кл}$, установку и поворот изделия, его закрепление $t_{уст}$:

$$t_в = t_э + t_{кр} + t_{бр} + t_{уст} + t_{кл} \quad (2.3)$$

При полуавтоматической и автоматической сварке во вспомогательное время входит время на заправку кассеты с электродной проволоки. Это время можно принять равным

$$t_э = 5 \text{ мин} = 0,083 \text{ ч.}$$

Время зачистки кромок или шва $t_{кр}$ вычисляют по формуле:

$$t_{кр} = L_{шв} (0,6 + 1,2 \cdot (n_c - 1)), \quad (2.4)$$

где n_c – количество слоев при сварке за несколько проходов;

$L_{шв}$ – длина шва, м, $L_{шв} = 7,5 \text{ м}$

Рассчитываем время зачистки кромок или шва по формуле для обоих вариантов

Сварка в обоих вариантах производится в 1 проход.

$$t_{кр} = 7,5 \cdot (0,6) = 4,5 \text{ мин} = 0,075 \text{ ч}$$

Время на установку клейма ($t_{кл}$) принимают 0,03 мин. на 1 знак, $t_{кл} = 0,21 \text{ мин.}$

Время на установку, поворот и снятие изделия ($t_{уст}$) зависит от его массы, данные указаны в таблице 18.

Таблица 18 – Норма времени на установку, поворот и снятие изделия

Элементы работ	Вес изделия, кг						
	5	10	15	25	до 40	до 50	до 100
	Время, мин						
	вручную				краном		
Установить, повернуть, снять сборочную единицу и отнести на место складирования	1,30	3,00	4,30	6,00	5,20	6,30	8,40

$$t_{уст} = 0,14 \text{ ч.}$$

Таким образом рассчитываем значение t_g

$$t_B = 0,06 + 1,22 + 0,14 + 0,075 + 0,14 = 1,635 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

$$t_B = 0,028 + 1,22 + 0,14 + 0,075 + 0,14 = 1,603 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

Время на обслуживание рабочего места ($t_{обс}$) включает в себя время на установку режима сварки, наладку автомата, уборку инструмента и т.д., принимаем равным:

$$t_{обс} = (0,06 \dots 0,08) \cdot t_{осн} \quad (2.5)$$

Рассчитываем время на обслуживание рабочего места ($t_{обс}$) по формуле для обоих вариантов

$$t_{обс} = 0,07 \cdot 0,6 = 0,042 \text{ ч.}$$

$$t_{обс} = 0,07 \cdot 0,28 = 0,0196 \text{ ч.}$$

Время перерывов на отдых и личные надобности зависит от положения, в котором сварщик выполняет работы. При сварке в удобном положении

$$t_{п} = 0,07 \cdot t_{осн} \quad (2.6)$$

Рассчитываем t_n по формуле для базового и проектируемого вариантов соответственно

$$t_{п} = 0,07 \cdot 0,6 = 0,042 \text{ ч}$$

$$t_{п} = 0,07 \cdot 0,28 = 0,0196 \text{ ч}$$

Таким образом, расчет общего времени $T_{шт-к}$ на выполнение сварочной операции по обоим вариантам производим по формуле (2.7)

$$T_{\text{произв. пр.}} = T_{\text{шт-к}} \cdot N, \quad (2.7)$$

где $T_{\text{шт-к}}$ - штучно-калькуляционное время технологической операции - сварки, мин./металлоконструкцию;

N – годовая программа, шт.

Рассчитывается количество единиц оборудования по операциям техпроцесса, C_p :

$$T_{\text{шт-к}} = 0,6 + 0,06 + 1,635 + 0,042 + 0,042 = 2,58 \text{ ч. (базовый вариант);}$$

$$T_{\text{шт-к}} = 0,28 + 0,028 + 1,603 + 0,0192 + 0,0192 = 1,95 \text{ ч. (проектный вариант).}$$

Определяем *общую трудоемкость годовой производственной программы* $T_{\text{произв. пр.}}$ сварных конструкций по операциям техпроцесса по формуле, где N – годовая программа, *шт.*, в нашем случае $N = 2000 \text{ шт.}$

$$T_{\text{произв. пр.}} = 2,58 \cdot 2000 = 5160 \text{ ч. (базовый вариант);}$$

$$T_{\text{произв. пр.}} = 1,95 \cdot 2000 = 3900 \text{ ч. (проектный вариант).}$$

2.1.2 Расчет количества оборудования и его загрузки

Требуемое количество оборудования рассчитывается по данным техпроцесса.

Рассчитываем количество оборудования по операциям техпроцесса C_p , по формуле (2.8):

$$C_p = \frac{T_{\text{произв. пр.}}}{\Phi_{\partial} \cdot K_H} \cdot 100, \quad (2.8)$$

где Φ_{∂} – действительный фонд времени работы оборудования, *час.* ($\Phi_{\partial} = 1914 \text{ час.}$);

K_H – коэффициент выполнения норм ($K_H = 1,1 \dots 1,2$).

Например, по базовой технологии используются три установки для сварки. Согласно расчетам, применение прогрессивной технологии в проектируемом варианте позволяет ограничиться использованием одной установки для автоматической сварки в среде защитного газа.

Принятое количество оборудования C_{Π} определяется путём округления расчётного количества C_p в сторону увеличения до ближайшего целого числа. Следует иметь в виду, что допускаемая перегрузка рабочих мест не должна превышать 5 – 6%.

$$C_p = \frac{5160}{1914 \cdot 1,2} = 2,25; \text{ примем } C_{\Pi} = 3 \text{ шт. (базовый вариант);}$$

$$C_p = \frac{3900}{1914 \cdot 1,2} = 1,7; \text{ примем } C_{\Pi} = 2 \text{ шт. (проектируемый вариант).}$$

Принятое количество оборудования C_{Π} определяем путём округления расчётного количества в сторону увеличения до ближайшего целого числа. Следует иметь в виду, что допускаемая перегрузка рабочих мест не должна превышать 5 – 6%. Таким образом, по базовой технологии используются четыре установки для сварки. По новой измененной технологии достаточно двух установок для автоматической сварки в среде защитного газа.

Расчёт коэффициента загрузки оборудования K_3 производим по формуле (2.9):

$$K_3 = \frac{C_p}{C_{\Pi}}, \quad (2.9)$$

где K_3 – коэффициент загрузки оборудования;

C_p – количество оборудования по операциям техпроцесса, шт.;

C_{Π} – принятое количество оборудования, шт.

При этом средний коэффициент загрузки оборудования должен стремиться к единице.

$$K_3 = \frac{2,25}{3} = 0,75 \text{ (базовый вариант);}$$

$$K_3 = \frac{1,7}{2} = 0,85 \text{ (проектируемый вариант).}$$

Коэффициент загрузки оборудования равен 1, так как оборудование и техоснастка не используется на других работах этого предприятия.

Необходимо стремиться к тому, чтобы средний коэффициент загрузки оборудования был, возможно, ближе к единице.

2.1.3 Расчет капитальных вложений

Для проведения расчета балансовой стоимости оборудования необходимо знать цену приобретения выбранного в технологии оборудования. Для этого представляем исходные данные в виде таблицы 19.

Таблица 19 - Исходные данные

Показатели	Единицы измерения	Цена приобретения	
		Базовый вариант	Проектируемый вариант
1	2	3	4
Годовая производственная программа выпуска	Шт.	2000	2000
Сварочный полуавтомат ПДГО-510 систочником питания ВДУ 506, $C_{онт}$	Руб./шт.	130361	-
Сварочный автомат А-1406 с источником питания ВДУ-506	Руб./шт.	-	459856
Поворотная колонна КСА	Руб./шт.		1598560
Сварочный манипулятор	Руб./шт.		379000
Сталь 20, $C_{к.м}$	Руб./т.	47000	47000
Электроды УОНИ ø4 мм, $C_{о.р.м}$	Руб./кг	100	
Сварочная проволока Св-08Г2С, ø 1,2 мм, $C_{о.р.м}$	Руб./кг	-	110
Смесь газов, $C_{з.г}$	Руб./л		10
Расход защитного газа	л/мин.	-	13
Тариф на электроэнергию, $C_{э.я}$	Руб./кВт-час.	3,16	3,16
Конструктивные и технологические характеристики: Длина сварного шва:	М	7,5	7,5
Толщина металла:	мм	6	6
Сложность работы		Средней сложности	Средней сложности
Положение шва		нижнее	нижнее
Условия выполнения работы		стационарные	стационарные
Квалификационный разряд электро-сварщика	разряд	4	5
Тарифная ставка, $T_{ст}$	Руб.	48	56
Масса конструкции	кг	265	265

Рассчитываем балансовую стоимость оборудования при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии по формуле (2.10):

$$K_{обj} = Ц_{обj} \cdot (1 + K_{тз}), \quad (2.10)$$

где $Ц_{обj}$ – цена приобретения единицы j-ого оборудования, руб.;

$K_{тз}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, затраты устройство фундамента, монтаж, наладку ($K_{тз} = 0,12$)

Базовый вариант:

$$K_{обj} = 130361 \cdot (1 + 0,12) = 146000 \text{ руб.}$$

Проектируемый вариант:

$$K_{обj} = 1758988 \cdot (1 + 0,12) = 2437416 \text{ руб.}$$

Определяем по формуле (2.11) капитальные вложения в оборудование для выполнения годового объема работ по вариантам:

$$K_{об} = \sum K_{обj} \cdot C_{пj} \cdot K_{зj}, \quad (2.11)$$

где $K_{обj}$ – балансовая стоимость j-ого оборудования, руб.;

$C_{пj}$ – принятое количество j-ого оборудования, шт.;

$K_{зj}$ – коэффициент загрузки j-ого оборудования, $K_{зj} = 1$.

$$K_{об} = 146000 \cdot 3 \cdot 0,75 = 328500 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$K_{об} = 2437416 \cdot 2 \cdot 0,85 = 4143607 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Рассчитанные данные заносим в таблицу 20.

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

Таблица 20 – Расчеты капитальных вложений по вариантам

Статьи расчетов	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Оптовая цена единицы оборудования, руб.	130361	2437416
Количество единиц оборудования, шт.	3	2
Балансовая стоимость оборудования (стоимость приобретения с расходами на монтаж и пуско-наладочные работы), руб.	146000	2729905
Суммарные капитальные вложения в технологическое оборудование, руб.	328500	4143607

2.2 Определение себестоимости изготовления металлоконструкций

2.2.1 Расчет технологической себестоимости металлоконструкций

Технологическая себестоимость формируется из прямых затрат, связанных с расходованием ресурсов при проведении сварочных работ в цехе.

Расчет материальных затрат

К материальным затратам относятся затраты на сырье, материалы, энергоресурсы на технологические цели.

Материальные затраты ($MЗ$, руб.) рассчитываются по формуле (2.15).

Стоимость конструкционного материала ($C_{к.м}$)

Затраты на конструкционный материал, которым является сталь 09Г2С.

$$C_{к.м} = m_k \times \Pi_{к.м},$$

где m_k – масса конструкции, т;

$\Pi_{к.м}$ - цена одной тонны конструкционного материала, руб.

$$C_{к.м} = 0,265 \cdot 47000 = 12455 \text{ руб.}$$

Стоимость конструкционного материала составляет 12455 руб. как для базового, так и проектируемого вариантов.

Расчет затрат на электродную проволоку Св-08Г2С проводим по формуле (2.12).

Исходные данные для расчетов:

$$L_{шв} = 7,5 \text{ м} = 750 \text{ см}$$

$$F_{нм} = 30 \text{ мм}^2 = 0,30 \text{ см}^2.$$

$$V_{нм} = 750 \cdot 0,30 = 225 \text{ см}^3.$$

$$M_{нм} = 225 \cdot 7,8 = 1755 \text{ г} = 1,755 \text{ кг}$$

Производим расчеты $C_{св.пр}$ на изготовление одной металлоконструкции по формуле (2.12):

$$C_{св.пр} = M_{нм} \cdot \psi \cdot \Pi_{с.п.} \cdot K_{тр}, \quad (2.12)$$

где $M_{нм}$ – масса наплавленного металла, кг;

ψ - коэффициент разбрызгивания электродного металла (сварка в среде CO_2 характеризуется разбрызгиванием электродного металла, для данного вида сварки $\psi = 1,15-1,20$);

$\Pi_{с.п.}$ - оптовая цена 1 кг сварочной проволоки, руб.;

$K_{тр}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, его можно принять в пределах 1,05...1,08.

$$C_{св.пр} = 1,75 \cdot 1,2 \cdot 110 \cdot 1,05 = 242,55 \text{ руб. (базовый вариант – сварка РДС)}$$

$$C_{св.пр} = 1,75 \cdot 1,03 \cdot 100 \cdot 1,05 = 189,26 \text{ руб. (проектируемый вариант – сварка в защитной смеси К-20).}$$

Расчет затрат на защитный газ проводим по формуле (2.13).

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

$$C_{\partial p} = t_{\text{осн}} \cdot q_{\text{зг}} \cdot k_p \cdot C_{\text{зг (фл)}} \cdot K_m, \quad (2.13)$$

где $t_{\text{осн}}$ – время сварки в расчете на одно металлоизделие, мин.;

$q_{\text{зг}}$ – расход флюса, защитного газа, кг/ мин; л/мин.;

k_p – коэффициент расхода флюса, газа; $k_p = 1,1$;

$C_{\text{зг (фл)}}$ – цена газа за один литр, флюса за 1 кг, руб.;

K_m – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, его можно принять в пределах 1,05...1,08.

Исходные данные:

$$t_{\text{осн}} = \frac{7,5}{12,5} = 0,6 \text{ ч} \quad (\text{базовый вариант})$$

$$t_{\text{осн}} = \frac{7,5}{26} = 0,28 \text{ ч} \quad (\text{проектируемый вариант})$$

Расход защитного газа $q_{\text{зг}} = 11$ л/мин, и 19,6л/мин

$C_{\text{зг}} = 0,6 \cdot 0,5 \cdot 1,1 \cdot 100 \cdot 1,05 = 35 \text{ руб.}$ (базовый вариант – защитный газ CO₂)

$C_{\text{зг}} = 0,28 \cdot 13 \cdot 1,1 \cdot 10 \cdot 1,05 = 42 \text{ руб.}$ (проектируемый вариант – защитная смесь К-20).

Статья «Топливо и энергия на технологические цели» (C_m , руб.) включает затраты на все виды топлива и энергии, которые расходуются в процессе производства данной продукции (силовая энергия).

Расчет затрат на электроэнергию на операцию проводим по формуле (2.14):

$$Z_3 = \alpha_3 \cdot W \cdot C_3, \quad (2.14)$$

где α_3 – удельный расход электроэнергии на 1 кг наплавленного металла, кВт·ч/кг;

W – расход электроэнергии, кВт·ч;

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

Π_3 – цена за 1 кВт/ч; $\Pi_3 = 3,16$ кВт/ч.

Для укрупнённых расчётов величину α_3 можно принимать равной:

- при сварке на переменном токе, кВт·ч/кг 3...4;
- при многопостовой сварке на постоянном токе, кВт·ч/кг 6...8;
- при автоматической сварке на постоянном токе, кВт·ч/кг 5...8;
- под слоем флюса, кВт·ч/кг 3...4.

$$З_3 = 8,5 \cdot 19,094 \cdot 3,16 = 512,86 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$З_3 = 4,5 \cdot 19,094 \cdot 3,16 = 271,52 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

Материальные расходы ($M3$) на основные материалы на одно изделие (исключаем затраты на основной конструкционный материал) рассчитываются по формуле (2.15):

$$M3 = C_{o.m} + C_{3n} + C_{др} , \quad (2.15)$$

где: $C_{o.m}$ - стоимость основных материалов в расчете на одно металлоизделие, руб.;

C_{3n} - стоимость электроэнергии при выполнении технологической операции сварки металлоизделия, руб.

$C_{др}$ - стоимость прочих компонентов в расчете на одно металлоизделие.

По базовому варианту:

$$M3 = 242,5 + 35 + 512,86 = 790,36 \text{ руб.}$$

По проектируемому варианту:

$$M3 = 189,2 + 42 + 271,52 = 502,72 \text{ руб.}$$

Расчет численности производственных рабочих. Определяем численность производственных рабочих (сборщиков, сварщиков). Численность основных рабочих $Ч_{ор}$ определяется для каждой операции по формуле (2.16):

$$Ч_{ор} = \frac{T_{\text{произв. пр.}}}{\Phi_{др} \cdot K_B}, \quad (2.16)$$

где $T_{\text{произв. пр.}}$ - трудоемкость производственной программы, час.;

$\Phi_{др}$ - действительный фонд времени производственного рабочего ($\Phi_{др} = 1870$ час.);

K_B - коэффициент выполнения норм выработки (1,1... 1,3).

$$Ч_{ор} = \frac{5160}{1870 \cdot 1,1} = 2,5 \text{ примем } Ч_{ор} = 3 \text{ чел. (базовый вариант)}$$

$$Ч_{ор} = \frac{3900}{1870 \cdot 1,1} = 1,9 \text{ примем } Ч_{ор} = 2 \text{ чел. (проектируемый вариант)}$$

Число рабочих округляется до целого числа с учетом количества оборудования. По базовой технологии работает три сварщика, по новой измененной технологии работают 2 сварщика.

При поточной организации производства число основных рабочих определяется по числу единиц оборудования с учетом его загрузки, возможного совмещения профессий и планируемых невыходов по уважительным причинам. Исходя из этого, определяем суммарное количество основных рабочих $Ч_{ор}$.

Расчет заработной платы производственных рабочих, отчислений на социальные нужды.

Этот раздел предусматривает расчет основной и дополнительной заработной платы производственных рабочих, отчислений на социальные нужды (социальных взносов), т.е. налоговых выплат, включаемых в себестоимость.

Расходы на оплату труда ($З_{нр}$) рассчитываются по формуле (2.20).

Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих ($З_{нр}$) с отчислениями на социальное страхование на изготовление единицы изделия определяется по формуле (2.21).

Тарифная ставка зависит от квалификации сварщика: $T_{ст}$ сварщик полуавтоматической сварки - 98 руб./час, $T_{ст}$ сварщика автоматической сварки - 116 руб./час.

Рассчитанное: $T_{шт-к} = 8,45 \text{ ч.} = 155 \text{ мин.}$ (базовый вариант);

$T_{шт-к} = 4,35 \text{ ч.} = 117 \text{ мин.}$ (проектируемый вариант).

Суммарная сдельная расценка на изготовление единицы изделия ($P_{сд}$) определяется по формуле (2.17):

$$P_{сд} = \frac{T_{ст} \cdot T_{шт-к.}}{60}, \quad (2.17)$$

где $T_{ст}$ - тарифная ставка, руб./час.;

$T_{шт-к}$ - штучно-калькуляционное время выполнения сварочных работ в расчете на одно металлоизделие, мин.

$$P_{сд} = \frac{98 \cdot 155}{60} = 253,1 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{сд} = \frac{116 \cdot 117}{60} = 226,2 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Доплата за вредные условия труда рассчитываются по формуле (2.18):

$$D_{вр} = \frac{T_{ст} \cdot T_{вр} \cdot (0,1 \dots 0,31)}{100 \cdot 60}, \quad (2.18)$$

где $D_{вр}$ – доплата за вредные условия труда, руб.;

$T_{ст}$ – тарифная месячная ставка, руб. $T_{ст} = 116 \text{ руб.};$

$T_{вр}$ – время работы во вредных условиях труда, мин.

$T_{вр} = T_{шт-к} (0,1 \dots 0,31)$, мин.; коэффициент в пределах (0,10...0,31).

$$D_{вр} = \frac{98 \cdot 155 \cdot 0,2}{100 \cdot 60} = 0,51 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

$$D_{\text{вп}} = \frac{116 \cdot 117 \cdot 0,2}{100 \cdot 60} = 0,45 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

$$З_{\text{нр}} = 253,1 \cdot 1,5 \cdot 1,3 + 0,51 = 494 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$З_{\text{нр}} = 226,2 \cdot 1,5 \cdot 1,3 + 0,45 = 441,5 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Рассчитываем дополнительную заработную плату производственных рабочих при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии по формуле (2.19):

$$ЗП_{\text{д}} = K_{\text{д}} \cdot ЗП_{\text{О}} \cdot K_{\text{сс}}, \quad (2.19)$$

где $ЗП_{\text{д}}$ – выплаты, предусмотренные законодательством за непроработанное на производстве время, руб.;

$ЗП_{\text{О}}$ – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

$K_{\text{д}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы. $K_{\text{д}} = 1,13$;

$K_{\text{сс}}$ – коэффициент, учитывающий отчисления на социальные взносы.
 $K_{\text{сс}} = 1,3$.

$$ЗП_{\text{д}} = 1,13 \cdot 494 \cdot 1,3 = 725,7 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$ЗП_{\text{д}} = 1,13 \cdot 441,5 \cdot 1,3 = 648,5 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Расходы на заработную плату основных рабочих при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии, рассчитанные по формуле (2.20), составляют:

$$З_{\text{нр}} = ЗП_{\text{О}} + ЗП_{\text{д}}, \quad (2.20)$$

где $ЗП_{\text{О}}$ – основная заработная плата, руб.;

$ЗП_{\text{д}}$ – дополнительная заработная плата, руб.

Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих ($З_{\text{нр}}$) с отчислениями на социальное страхование определяется:

а) при применении сдельной оплаты труда (2.21)

$$З_{\text{нр}} = 494 + 725,7 = 1219,7 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$З_{\text{нр}} = 441,5 + 648,5 = 1090 \text{ руб. (проектный вариант).}$$

Приведем расчетные данные технологической себестоимости C_T изготовления годового объема выпуска металлоконструкций ($N= 2000$ шт.) в таблицу 21.

Таблица 21– Данные для расчета технологической себестоимости изготовления годового выпуска металлоконструкций

Статьи затрат	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Затраты на основные материалы, $C_{o.m}$, руб.	1580720	1005440
Затраты на технологическую электроэнергию (топливо), $C_{эн}$, руб.	1025720	543040
Затраты на заработную плату с отчислениями на социальные нужды (социальный взнос), $З_{пр}$, руб.	2439400	2180000
Технологическая себестоимость годового выпуска, C_T , руб.	5045840	3728480

2.2.2 Расчет полной себестоимости изделия

Перед расчетом полной себестоимости изготовления металлоконструкции рассчитывается технологическая, а затем производственная себестоимость изготовления одной металлоконструкции.

Производственная себестоимость ($C_{пр}$, руб.) включает затраты на производство продукции, обслуживание и управление производством, расчет $C_{пр}$ проводят по формуле (2.27).

Общепроизводственные расходы $P_{пр}$ определяются по формуле (2.25).

В статью «Общепроизводственные расходы» ($P_{пр}$, руб.) включаются расходы на:

- оплату труда управленческого и обслуживающего персонала цехов, вспомогательных рабочих;
- амортизацию оборудования;
- ремонт основных средств;
- охрану труда работников;

– содержание и эксплуатацию оборудования, сигнализацию, отопление, освещение, водоснабжение цехов и др.

Затраты на амортизацию оборудования. Рассчитываем по формуле (2.22) затраты на амортизацию при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии, приходящиеся на одно изделие:

$$C_A = \frac{K_{об} \cdot H_A \cdot n_o \cdot T_{шт-к}}{100 \cdot \Phi_D \cdot K_B} \cdot K_O, \quad (2.22)$$

где $K_{об}$ – балансовая стоимость единицы оборудования, руб.;

H_A – норма годовых амортизационных отчислений, %; для механизированной сварки $H_A = 14,7$ %;

Φ_D – действительный эффективный годовой фонд времени работы оборудования, час. $\Phi_D = 1914$ час.;

$T_{шт-к}$ – штучно-калькуляционное время на выполнение сварочной операции, час.;

K_O – коэффициент загрузки оборудования, $K_O = 0,9$;

n_o – количество оборудования, шт.;

K_B – коэффициент, учитывающий выполнение норм времени, $K_B = 1,1$.

$$C_A = \frac{146000 \cdot 14,7 \cdot 3 \cdot 2,58}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} \cdot 1 = 79 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_A = \frac{2437416 \cdot 14,7 \cdot 2 \cdot 1,95}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} \cdot 1 = 663,7 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования рассчитываем по формуле (2.23):

$$C_p = \frac{K_{об} \cdot D}{100}, \quad (2.23)$$

где $K_{об}$ – капитальные вложения в оборудование и техоснастку, руб.;

Δ принимается равным 3 %.

$$C_p = \frac{328500 \cdot 3}{100} = 9855 \text{ руб./на производственную программу или 4,9 руб.}$$

в расчете на одно металлоизделие (9855 руб./2000 шт.), - базовый вариант;

$$C_p = \frac{4143607 \cdot 3}{100} = 124308,2 \text{ руб./на производственную программу или 62,1 руб./на металлоконструкцию (124308,2 руб./2000 шт.), - проектируемый вариант.}$$

Расходы на содержание производственных помещений (отопление, освещение) определяются формуле (2.24):

$$P_{пр}^* = \frac{\% P_{пр} \cdot 3\Pi_o}{100}, \quad (2.24)$$

где $3\Pi_o$ – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

$\%P_{пр}$ – процент общепроизводственных расходов на содержание производственных помещений и прочих цеховых расходов, %. $P_{пр} = 10$.

$$P_{пр1}^* = \frac{2439400 \cdot 10}{100} = 243940 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{пр2}^* = \frac{2180000 \cdot 10}{100} = 218000 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Общепроизводственные расходы определяются по формуле (2.25):

$$P_{пр} = C_A + C_p + P_{пр}^*, \quad (2.25)$$

где C_A – затраты на амортизацию оборудования, руб.;

C_p - на ремонт и техническое обслуживание оборудования, руб.;

$P_{пр}^*$ - расходы на содержание производственных помещений (отопление, освещение).

$$P_{пр} = 79 + 9855 + 120074 = 130008 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
						68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$P_{\text{ПР}} = 663,7 + 124308 + 105054 = 230025,7$ руб. (проектируемый вариант).

В статью «Общехозяйственные расходы» ($P_{\text{ХОЗ}}$, руб.) включаются: расходы на оплату труда, связанные с управлением предприятия в целом, командировочные; канцелярские, почтово-телеграфные и телефонные расходы; амортизация; расходы на ремонт и эксплуатацию основных средств, отопление, освещение, водоснабжение заводоуправления, на охрану, сигнализацию, содержание легкового автотранспорта, обязательное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний.

Эти расходы рассчитываются в процентах от основной заработной платы производственных рабочих по формуле (2.26).

$P_{\text{ХОЗ}}$ при изготовлении металлоконструкции:

$$P_{\text{ХОЗ}} = \frac{\%P_{\text{ХОЗ}} \cdot 3П_o}{100}, \quad (2.26)$$

$$P_{\text{ХОЗ}} = \frac{25 \cdot 2439400}{100} = 609850 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{ХОЗ}} = \frac{25 \cdot 2180000}{100} = 545000 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

ант).

ЗП – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

% $P_{\text{ХОЗ}}$ – процент общехозяйственных расходов, %. % $P_{\text{ХОЗ}} = 25$.

Производственная себестоимость годового выпуска металлоконструкций при базовом и проектируемом вариантах технологии $C_{\text{ПР}}$ рассчитывается по формуле (2.27):

$$C_{\text{ПР}} = C_{\text{Т}} + P_{\text{пр}} + P_{\text{ХОЗ}} \quad (2.27)$$

где $C_{\text{Т}}$ – технологическая себестоимость, руб.;

$P_{\text{пр}}$ – общепроизводственные (цеховые) расходы, руб.;

$P_{\text{ХОЗ}}$ – общехозяйственные расходы, руб.

$C_{\text{ПР}} = 3807180 + 130008 + 300180 = 4237368$ руб. (базовый вариант);

$C_{\text{ПР}} = 2599020 + 230025,7 + 262620 = 3091665,7$ руб. (проектируемый вариант).

Расчет коммерческих расходов. В статью «Коммерческие расходы» (P_k , руб.) включаются расходы на производство или приобретение тары, упаковку, погрузку продукции и доставку её к станции, рекламу, участие в выставках. Эти расходы рассчитываются по формуле (2.28):

$$P_k = \frac{\% P_k \cdot C_{\text{ПР}}}{100}, \quad (2.28)$$

где $\%P_k$ – процент коммерческих расходов от производственной себестоимости, $\%P_k = 0,1-0,5\%$.

$$P_k = \frac{0,1 \cdot 4237368}{100} = 4237,4 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_k = \frac{0,1 \cdot 3091665,7}{100} = 3091,6 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Полная себестоимость годового объема выпуска металлоконструкций ($C_{\text{П}}$) включает затраты на производство ($C_{\text{ПР}}$) и коммерческие расходы (P_k) и рассчитывается по формуле (2.29):

$$C_{\text{П}} = C_{\text{ПР}} + P_k, \quad (2.29)$$

где P_k – коммерческие расходы, руб.

$$C_{\text{П}} = 5899630 + 4237,4 = 5903867,4 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{\text{П}} = 4491480 + 3091,6 = 4494571,6 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Результаты расчетов заносим в таблицу 22.

Таблица 22 – Калькуляция полной себестоимости годового выпуска изготавливаемых металлоконструкций по сравниваемым вариантам

Наименование статей калькуляции	Значение, руб.		Отклонения, руб.
	Базовый вариант	Проектируемый вариант	
Объем годового выпуска продукции, N, шт.	2000	2000	
1. Материальные затраты, МЗ:	1580720	1005440	575280

2.Заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды, $Z_{пр}$	2439400	2180000	259400
3.Технологическая себестоимость $C_{т}$, руб.	5045840	3728480	1317360
4.Общепроизводственные расходы, $P_{ПР}$	243940	218000	25940
5. Общехозяйственные расходы, $P_{ХОЗ}$	609850	545000	64850
6.Производственная себестоимость, $C_{Пр}$	5899630	4491480	1408150
7. Коммерческие расходы, $P_{к}$,	4237,4	3091,6	1145,8
8. Полная себестоимость, $C_{П}$	5903867,4	4494571,6	1409295,8

2.3 Расчет основных показателей сравнительной эффективности

Расчет основных показателей сравнительной эффективности проводим по варианту Б, как случай проектирования конструкторско-технологических усовершенствований, обеспечивающих выполнение сварочных работ для металлоконструкций, используемых в качестве товарной продукции, т.е. - реализуемой на сторону.

Годовой выпуск продукции (крестообразный элемент коллектора) составляет 2000 шт.

Годовая экономия (-) или превышение (+) по технологической себестоимости, ΔC рассчитывается по формуле:

$$\Delta C = (C_{т1} - C_{т2}) N, \quad (2.30)$$

где $C_{т1}$, $C_{т2}$ - технологическая себестоимость годового объема выпуска детали по сравниваемым вариантам (1 - базовый вариант; 2 - проектируемый вариант), руб.;

N - годовой объем выпуска металлоизделий, шт.

В данном расчете годовая экономия по технологической себестоимости составит в соответствии с формулой (2.30):

$$\Delta C = 5045840 - 3728480 = 1317360 \text{ руб.}$$

Технологическая себестоимость в проектируемом варианте превышает технологическую себестоимость в базовом варианте за счет расходов на вспомогательные материалы (сварочная проволока, газ)

Расчет прибыли от реализации годового объема металлоизделий по базовому и проектируемому вариантам, Π , руб. рассчитываем по формуле (2.33).

Сначала рассчитываем отпускную цену металлоконструкции (Π , руб.) по формуле (2.31) по базовому и проектируемому вариантам. Среднеотраслевой коэффициент рентабельности продукции, K_p , определяющий среднеотраслевую норму доходности продукции и учитывающий изменение качества металлоизделия (надежность, долговечность) в эксплуатации принимаем равным соответственно в базовом варианте - 1,3; в проектируемом - 1,5.

$$\Pi = C_n * K_p, \quad (2.31)$$

где C_n - полная себестоимость металлоизделия, руб./шт.;

K_p - среднеотраслевой коэффициент рентабельности продукции.

$$\Pi_1 = 2951,9 \cdot 1,3 = 3837,47 \text{ руб.}$$

$$\Pi_2 = 2247,28 \cdot 1,5 = 3370,9287 \text{ руб.}$$

Рассчитываем выручку от реализации годового объема металлоизделий (B) по формуле (2.32) по базовому и проектируемому вариантам:

$$B = \Pi * N \quad (2.32)$$

$$B_1 = 3837,47 \cdot 2000 = 7674940 \text{ руб.}$$

$$B_2 = 3370,92 \cdot 2000 = 6741840 \text{ руб.}$$

Соответственно, прибыль от реализации годового объема металлоизделий в соответствии с формулой (2.33) по базовому и проектируемому вариантам будет равна разнице между выручкой и полной себестоимостью производственной программы выпуска металлоизделий:

$$\Pi = B - C_{\Pi} \quad (2.33)$$

$$\Pi_1 = 7674940 - 5903867,4 = 1771072,6 \text{ руб.}$$

$$\Pi_2 = 6741840 - 4494571,6 = 2247268,4 \text{ руб.}$$

Изменение (прирост, уменьшение) прибыли $\Delta\Pi$ в проектируемом варианте в сопоставлении с базовым рассчитывается по формуле (2.34):

$$\Delta\Pi = \Pi_2 - \Pi_1, \quad (2.34)$$

где Π_1 , Π_2 – прибыль соответственно в базовом и проектируемом вариантах.

$$\Delta\Pi = 2247268,4 - 1771072,6 = 476195,8 \text{ руб.}$$

Определение точки безубыточности (критического объема выпуска металлоконструкций, $N_{кр}$) проводим по формуле (2.35) по базовому и проектируемому вариантам:

$$N_{кр} = \frac{C_{\text{пост}}}{Ц - C_{\text{пер}}}, \quad (2.35)$$

где $N_{кр}$ – критический объем выпуска продукции, металлоизделий в расчете на год;

$C_{\text{пост.}}$ – постоянные затраты (полная себестоимость годовой производственной программы выпуска металлоизделий, C_{Π} , за вычетом технологической себестоимости в расчете на годовую программу выпуска, C_T);

$Ц$ – отпускная цена металлоконструкции, руб./изделие;

$C_{\text{пер.}}$ - переменные затраты, включающие технологическую себестоимость единицы изделия, руб./изделие.

$$N_{\text{кр1}} = \frac{5903867,4 - 5045840}{3837,47 - 2522,9} = 652 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{кр2}} = \frac{4494571,6 - 3728480}{3370,7 - 1864,2} = 508 \text{ шт.}$$

Расчет рентабельности продукции, R , проводим по формуле (2.36):

$$R = \frac{\Pi}{C_n} * 100 \quad (2.36)$$

$$R_1 = \frac{1771072,6}{5903867,4} \cdot 100 = 30 \%$$

$$R_1 = \frac{2247268,4}{4494571,6} \cdot 100 = 50 \%$$

Расчет производительности труда (выработка в расчете на 1 производственного рабочего (в базовых ценах), тыс. руб./чел.), $\Pi_{\text{тр}}$ производим по формуле (2.37) соответственно по базовому и проектируемому вариантам:

$$\Pi_{\text{тр}} = \frac{B}{\text{Ч}_{\text{ор}}} , \quad (2.37)$$

где B - выручка от реализации годового объема металлоизделий, руб.;

$\text{Ч}_{\text{ор}}$ – численность производственных рабочих, чел.

Расчет срока окупаемости капитальных вложений K , $T_{\text{ок}}$:

$$\Pi_{\text{тр1}} = \frac{7674940}{3} = 2558313 \text{ руб./чел.} = 2558,3 \text{ тыс. руб./чел.}$$

$$\Pi_{\text{тр2}} = \frac{6741840}{2} = 3370920 \text{ руб./чел.} = 3370,9 \text{ тыс. руб./чел.}$$

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

Расчет срока окупаемости капитальных вложений, $T_{ок}$ производим по формуле (2.38): 476195,8

$$T_o = \frac{\Delta K_d}{\Delta \Pi} \quad , \quad (2.38)$$

где ΔK_d – дополнительные капитальные вложения, руб.;

$\Delta \Pi$ - изменение (прирост, уменьшение) прибыли в проектируемом варианте в сопоставлении с базовым, руб.

$$T_o = \frac{4143607}{476195,8} = 8 \text{ лет}$$

После проведения экономических расчетов необходимо сгруппировать результирующие показатели экономической эффективности в виде таблицы 23, которая может быть представлена в качестве иллюстративного материала при защите ВКР.

Таблица 23 – Техничко-экономические показатели проекта

№ п	Показатели	Ед. измерения	Значение показателей		Изменение показателей (+,-)
			Базовый вариант	Проектируемый вариант	
1	Годовой выпуск продукции, N	шт.	2000	2000	
2	Выручка от реализации годового выпуска продукции, В	руб.	7674940	6741840	- 933100
3	Капитальные вложения, К	руб.	328500	4143607	+3815107
4	Технологическая себестоимость металлоизделия, C_T	руб.	5045840	3728480	-1317360
5	Полная себестоимость годового объема выпуска металлоизделий, C_{Π}	руб.	5903867,4	4494571,6	-1409295,8
6	Прибыль от реализации годового объема выпуска, П	руб.	1771072,6	2247268,4	476195,8
7	Численность производственных рабочих, Ч	чел.	3	2	-1

8	Производительность (выработка в расчете на 1 производственного рабочего, в базовых ценах), $P_{\text{тр}}$	тыс.ру б./чел.	2558,3	3370,9	812,6
9	Рентабельность продукции, R	%	30	50	20
10	Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений ($T_{\text{ок}}$)	лет	8		
11	Точка безубыточности (критический объем выпуска металлоизделий)	шт.	652	508	-144

Вывод: Предложенный в проекте технологический способ сварки металлоизделия эффективен, прежде всего, в сфере эксплуатации за счет повышения долговечности сварных соединений конструкции металлоизделия.

В сфере производства изделия экономия по себестоимости обеспечена лишь за счет сокращения доли общепроизводственных и общехозяйственных расходов в удельной себестоимости металлоизделия, поскольку эти затраты, оставаясь неизменными в целом по предприятию, списываются на себестоимость изделий пропорционально заработной плате производственных рабочих, численность которых в проектируемом варианте сократилась на одного человека.

4 Методический раздел

В технологической части дипломного проекта разработана технология сборки и сварки коллектора трубопровода. В процессе разработки предложено заменить полуавтоматическую сварку на автоматизированную в среде защитных газов. В технологическом разделе предложена замена оборудования на современное, т.е. предложено использование сварочных автоматов для производства коллектора трубопровода. Это в свою очередь предполагает подготовку рабочих, которые могут осуществлять эксплуатацию, наладку, обслуживание и ремонт такого оборудования.

К сборке-сварке по проектируемой технологии допускаются рабочие по профессии «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматизиро-

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

ванной и роботизированной сварки» не ниже 3-го уровня. В базовой технологии работы выполнялись рабочими по профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» не ниже 2 уровня. В связи с этим целесообразно разработать программу повышения квалификации рабочих профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» и провести переподготовку в рамках данного промышленного предприятия.

Целью методической части дипломного проекта является разработка учебно-программной документации для подготовки рабочих сварочного производства, с участием которых возможна реализация спроектированной в дипломном проекте технологии в условиях промышленного предприятия.

4.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов

В данном случае рассмотрим следующие профессиональные стандарты:

1. Профессиональный стандарт Приказ Минтруда России от 28.11.2013 № 701н (ред. от 10.01.2017) Об утверждении профессионального стандарта "Сварщик».

В соответствии с пунктом 22 Правил разработки, утверждения и применения профессиональных стандартов, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 22 января 2013 г. № 23 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2013, № 4, ст. 293) «Сварщик частично механизированной сварки плавлением», так как в базовой технологии сварочные работы осуществляются с применением частично механизированной сварки в среде защитных газов. Основная цель вида профессиональной деятельности: Изготовление, реконструкция, монтаж, ремонт и строительство конструкций различного назначения с применением ручной и частично механизированной сварки (наплавки)

2. Профессиональный стандарт «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматизированной и роботизированной сварки» (код 40.109, рег.№ 664, Приказ Минтруда России №916н от 01.12.2015 г., зарегистрирован Минюстом России 31.12.2015 г., рег.№ 40426). Основная деятельность: Производство (изготовление, реконструкция, монтаж и ремонт) сварных конструкций, продукции и изделий с применением полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
						77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

зированной сварки

В таблице 21 приведены выписки из Профессионального стандарта, характеризующие трудовые функции рабочей профессии: «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» и «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматизированной и роботизированной сварки».

Таблица 21 - Функциональные характеристики рабочей профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» 2-ого уровня и «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматизированной и роботизированной сварки» 3-его уровня

Характеристики	Сварщик частично механизированной сварки плавлением	«Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматизированной и роботизированной сварки»
1	2	3
Трудовая функция	Частично механизированная сварка (наплавка) плавлением сложных и ответственных конструкций (оборудования, изделий, узлов, трубопроводов, деталей) из различных материалов (сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов), предназначенных для работы под давлением, под статическими, динамическими и вибрационными нагрузками.	Выполнение полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки плавлением материалов с настройкой и регулировкой оборудования.
Трудовые действия	<p>Трудовые действия, предусмотренные трудовой функцией по коду А/05.2 настоящего профессионального стандарта:</p> <p>-Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, настройка сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций (возможностей).</p> <p>-Выполнение частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций с применением специализированных функций (возможностей) сварочного оборудования.</p> <p>-Контроль с применением измерительного инструмента сваренных частично механизированной сваркой (наплавкой) сложных и ответственных конструкций на соответствие</p>	<p>Выполнение трудовых действий, предусмотренных трудовой функцией А/ 01.3:</p> <p>-Выполнение полностью механизированной и автоматической сварки плавлением металлических материалов».</p> <p>-Выполнение настройки оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением.</p> <p>-Выбор и регулировка режимов полностью механизированной и автоматической сварки плавлением</p> <p>-Выполнение полностью механизированной или автоматической сварки плавлением с регулировкой параметров сварочного оборудования в процессе сварки.</p>

	<p>геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке.</p> <p>-Исправление дефектов частично механизированной сваркой (наплавкой).</p>	<p>-Проведение инструктажа специалистов, работающих на налаживаемых установках.</p>
Необходимые умения	<p>-Владеть необходимыми умениями, предусмотренными трудовой функцией по коду А/05.2 настоящего профессионального стандарта.</p> <p>-Проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, настраивать сварочное оборудование</p>	<p>-Определять нарушения режимов по внешнему виду сварных швов.</p> <p>-Выполнять настройку и регулировку оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, в том числе в процессе выполнения сварки.</p>
	<p>для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций (возможностей).</p> <p>-Владеть техникой частично механизированной сварки (наплавки) плавлением во всех пространственных положениях сварного шва сложных и ответственных конструкций.</p> <p>-Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции.</p> <p>-Исправлять дефекты частично механизированной сваркой (наплавкой)</p>	<p>-Настраивать устройства промышленной визуализации (тепловые, механические, электромеханические, магнитные, лазерные, оптические) и устройства слежения за процессом сварки.</p> <p>-Выполнять наладку оборудования и приспособлений для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, устранять неисправности в их работе.</p> <p>-Контролировать работу оборудования для механизированной и автоматической сварки плавлением с использованием контрольно-измерительных приборов и автоматики.</p> <p>-Рассчитывать и измерять основные параметры электрических, магнитных и электронных цепей.</p>
Необходимые знания	<p>Необходимые знания, предусмотренные трудовой функцией по коду А/05.2 настоящего профессионального стандарта.</p> <p>-Специализированные функции (возможности) сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением.</p> <p>-Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соеди-</p>	<p>-Конструкция оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением (электрические, кинематические схемы), причины возникновения неисправностей и способы их устранения.</p> <p>-Тепловые, механические,</p>

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.608 ПЗ

Лист

79

	<p>нений сложных и ответственных конструкций, выполняемых частично механизированной сваркой (наплавкой) плавлением.</p> <p>-Основные группы и марки материалов сложных и ответственных конструкций, свариваемых частично механизированной сварки (наплавки) плавлением.</p> <p>-Сварочные (наплавочные) материалы для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций.</p> <p>-Техника и технология частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций во всех пространственных положениях сварного шва.</p>	<p>электромеханические, магнитные, лазерные, оптические устройства промышленной визуализации сварочных процессов и слежения за сварочными процессами.</p> <p>-Особенности настройки и регулировки оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки, в том числе в процессе выполнения сварки.</p> <p>-Причины возникновения и меры предупреждения.</p>			
	<p>-Методы контроля и испытаний ответственных сварных конструкций.</p> <p>-Порядок исправления дефектов сварных швов.</p>	<p>-Внутренних напряжений и деформаций в свариваемых изделиях.</p> <p>-Виды коррозии и факторы, приводящие к ее появлению</p> <p>-Функциональные и принципиальные электрические схемы, чертежи механизмов и узлов используемого оборудования.</p> <p>-Основы металлографии сварных швов.</p> <p>-Основные виды термической обработки сварных соединений.</p>			
Другие характеристики	<p>Область распространения частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в соответствии с данной трудовой функцией:</p> <p>-сварочные процессы, выполняемые сварщиком вручную и с механизированной подачей проволоки.</p> <p>-сварка дуговая порошковой самозащитной проволокой.</p> <p>-сварка дуговая под флюсом сплошной проволокой.</p> <p>-сварка дуговая под флюсом порошковой проволокой;</p> <p>-сварка дуговая сплошной проволокой в инертном газе.</p> <p>-сварка дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в инертном газе.</p> <p>-сварка дуговая порошковой прово-</p>				
			ДП 44.03.04.608 ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	80

	локой с металлическим наполните- лем в инертном газе. -сварка дуговая сплошной проволо- кой в активном газе. -сварка дуговая порошковой прово- локой с флюсовым наполнителем в активном газе. -сварка дуговая порошковой прово- локой с металлическим наполните- лем в активном газе.	
Характеристики выполняемых работ:	-Прихватка элементов конструкций частично механизированной сваркой плавлением во всех пространствен- ных положениях сварного шва, кроме потолочного; -Частично механизированная сварка (наплавка) плавлением в нижнем, вертикальном и горизонтальном про- странственном положении сварного шва простых деталей из углероди- стых и конструкционных сталей, цветных металлов и сплавов, предна- значенных для работы под статиче- скими нагрузками; наплавка простых деталей.	

Вывод: результатом сравнения функциональных карт рабочих про профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» и «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматизированной и роботизированной сварки» является следующее:

Необходимые действия:

- Выполнение настройки оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением.
- Выбор и регулировка режимов полностью механизированной и автоматической сварки плавлением.
- Выполнение полностью механизированной или автоматической сварки плавлением с регулировкой параметров сварочного оборудования в процессе сварки.
- Проведение инструктажа специалистов, работающих на налаживаемых установках.

Необходимые умения:

- Определять нарушения режимов по внешнему виду сварных швов.

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

- Выполнять настройку и регулировку оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, в том числе в процессе выполнения сварки.
- Настраивать устройства промышленной визуализации (тепловые, механические, электромеханические, магнитные, лазерные, оптические) и устройства слежения за процессом сварки.
- Выполнять наладку оборудования и приспособлений для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, устранять неисправности в их работе.
- Контролировать работу оборудования для механизированной и автоматической сварки плавлением с использованием контрольно-измерительных приборов и автоматики.
- Рассчитывать и измерять основные параметры электрических, магнитных и электронных цепей.

Необходимые знания:

- Конструкция оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением (электрические, кинематические схемы), причины возникновения неисправностей и способы их устранения.

- Тепловые, механические, электромеханические, магнитные, лазерные, оптические устройства промышленной визуализации сварочных процессов и слежения за сварочными процессами.

- Особенности настройки и регулировки оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки, в том числе в процессе выполнения сварки.

- Причины возникновения и меры предупреждения внутренних напряжений и деформаций в свариваемых изделиях.

- Виды коррозии и факторы, приводящие к ее появлению.

- Функциональные и принципиальные электрические схемы, чертежи механизмов и узлов используемого оборудования.

- Основы металлографии сварных швов.

- Основные виды термической обработки сварных соединений.

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
						82
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

На основании выявленного сравнения возможно разработать содержание краткосрочной подготовки по профессии «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматизированной и роботизированной сварки» и провести данную работу в рамках промышленного предприятия без отрыва от производства.

4.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Сварщик- оператор полностью механизированной, автоматизированной и роботизированной сварки»

В соответствии с рекомендациями Института развития профессионального образования учебный план для переподготовки рабочих предусматривает наименование и последовательность изучения предметов, распределение времени на теоретическое и практическое обучение, консультации и квалификационный экзамен. Теоретическое обучение при переподготовке рабочих содержит экономический, общепромышленный и специальный курсы. Соотношение учебного времени на теоретическое и практическое обучение при переподготовке определяется в зависимости от характера и сложности осваиваемой профессии, сроков и специфики профессионального обучения рабочих. Количество часов на консультации определяется на местах в зависимости от необходимости этой работы. Время на квалификационный экзамен предусматривается для проведения устного опроса и выделяется из расчета до 15 минут на одного обучаемого. Время на квалификационную пробную работу выделяется за счет практического обучения.

Исходя из сравнительного анализа функциональных характеристик и рекомендаций Института развития профессионального образования, разработан учебный план переподготовки рабочих по профессии «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки» который представлен в таблице 22. Продолжительность обучения 1 месяц.

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

Таблица 24 - Учебный план переподготовки рабочих по профессии «Сварщик- оператор полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки» 3 уровня

Номер раздела	Наименование разделов тем	Количество часов всего
1.	ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ	62
1.1	Основы экономики отрасли	3
1.2	Материаловедение	3
1.3	Основы электротехника	2
1.4	Чтение чертежей	2
1.5	Спецтехнология	52
2.	ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ	122

Продолжение таблицы 3.2.1

1	2	3
2.1	Упражнения по автоматической сварке и наплавке несложных деталей на учебно-производственном участке	36
2.2	Работа на предприятии	86
	Консультации	2
	Квалификационный экзамен	8
	ИТОГО	194

Реализация разработанного учебного плана осуществляется отделом технического обучения предприятия.

4.2.1 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»

Основной задачей теоретического обучения является формирование у обучаемых системы знаний об основах современной техники и технологии производства, организации труда в объеме, необходимом для прочного овладения профессией и дальнейшего роста профессиональной квалификации рабочих, формировании ответственного отношения к труду и активной жизненной позиции. Программа предмета «Спецтехнология» разрабатывается на основе квалификационной характеристики, учебного план переподготовки и учета требований работодателей.

Таблица 23 – Тематический план предмета «Спецтехнология»

№ п/п	Наименование темы	Кол-во часов
1	Источники питания для механизированной сварки	3
2	Стандартное механическое оборудование	3
3	Оборудование для дуговой механизированной сварки в защитном газе	6
3.1	Устройство и основные узлы сварочного автомата	4
3.3	Сварочные трактора для сварки в защитном газе	3
3.4	Типовые конструкции сварочной головки	3
4	Технология механизированной сварки в защитном газе	9
4.1	Особенности сварки в защитном газе	5
4.2	Режимы механизированной сварки в защитном газе	4
4.3	Механическое оборудование, используемое для сварочных работ в защитном газе	3
5	Контроль качества сварных швов	3
6	Охрана труда	
	Итого:	46

В данной программе предусматривается изучение технологии и техники автоматической сварки в защитном газе, устройство работы и эксплуатации оборудования различных типов, марок и модификаций.

4.3 Разработка план - конспекта урока

Тема урока «Устройство и основные узлы сварочного автомата для сварки в среде защитных газов»

Цели занятия:

Обучающая: Формирование знаний об устройстве и основных узлах сварочного автомата, их назначении и принципе работы.

Развивающая: развивать техническое и логическое мышление, память, внимание.

Воспитательная: воспитывать сознательную дисциплину на занятии, ответственность и бережное отношение к оборудованию учебного кабинета.

Тип урока: урок новых знаний.

Методы обучения: словесный, наглядный, объяснительно-иллюстративные методы.

Дидактическое обеспечение занятия:

- плакат: «Сварочная головка А-1406»

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

-учебники: Л.П. Шебеко «Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки»; В.С. Виноградов «Оборудование и технология дуговой автоматизированной и механизированной сварки».

Структура урока:

1. Организационный момент;
2. Подготовка обучающихся к изучению нового материала;

Сообщение темы и цели занятия;

Актуализация опорных знаний.

3. Изложение нового материала
4. Первичное закрепление.

4.3.1 План-конспект

Таблица 24 – План - конспект урока

Планы занятия, затраты времени	Содержание учебного материала	Методическая деятельность
1	2	3
Организационный момент 3 минут	Здравствуйте, прошу вас садиться, приготовьте тетради и авторучки.	Приветствую обучающихся, проверяю явку и готовность к занятию.
Подготовка обучающихся к изучению нового материала 2 минуты	Тема раздела сегодняшнего занятия «Оборудование для дуговой механизированной и автоматической сварки в среде защитных газов» Тема занятия: «Устройство и основные узлы сварочного автомата для сварки в среде защитных газов». Цель нашего занятия: «Формирование знаний об устройстве и основных узлах сварочного автомата, его назначение и принцип работы».	Сообщаю тему раздела и занятия, объясняю значимость изучения темы. Мотивирую на продуктивность работы на занятии. Озвучиваю цель урока.
Актуализация опорных знаний 10 минут	Для того что бы приступить к изучению нового материала повторим ранее пройденный материал по вопросам: -Чем отличается аппарат для механизированной сварки от аппарата для автоматической сварки? -Почему применяют унифицированные узлы на полуавтоматах и автоматах? -Расскажите о системе обозначения аппаратов для дуговой сварки.	Предлагаю ответить на вопросы по желанию, если нет желающих, опрашиваю выборочно.

Изложение нового материала 25 минут

Хорошо! Повторили предыдущую тему, а теперь приступим к изучению нового материала по следующему плану:

- Назначение сварочного автомата;
- Основные узлы и механизмы автомата;
- Комплектование сварочного поста.

По ходу изложения материала прошу записывать основные моменты, на которые я буду обращать внимание.

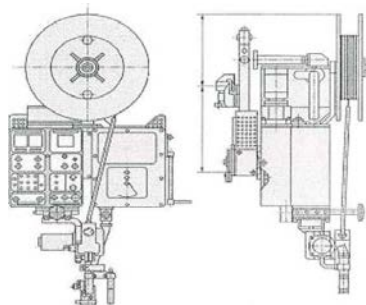
Прошу сосредоточиться и не мешать мне и своим товарищам.

В настоящее время широко применяется механизированная сварка.

Это объясняется высокой маневренностью полуавтоматов, возможностью производить сварку в труднодоступных местах. Механизированная сварка широко применяется на конвейерных линиях в машиностроении при сварке корпусов всех видов транспортных средств и строительно-монтажных конструкций при их предварительной сборке и сварке и т. д.

Сварочная головка А-1406. Автомат подвесной предназначен для дуговой сварки и наплавки сплошной и порошковой проволокой низкоуглеродистых и легированных сталей.

Автомат обеспечивает следующие способы наплавки: в среде защитного газа; открытой дугой порошковой проволокой и лентой; открытой дугой расщепленным электродом (по спецзаказу). Сварка производится на постоянном токе с независимыми от параметров дуги скоростями сварки и подачи электродной проволоки. Автомат, установленный на наплавочные станки типа У653, У654, обеспечивает наплавку наружных и внутренних цилиндрических и конических поверхностей, а также плоских горизонтальных поверхностей.



Плакат- Сварочная головка А-1406

Давайте рассмотрим устройство сварочной головки. Показываю плакат и объясняю устройство:

1- Подающий механизм;

Прошу учащихся записать определение, что такое сварочный автомат и его назначение. По мере изложения материала прошу смотреть на рисунки и схемы автомата. Вместе разбираем устройство механизмов, схемы, записываем основные моменты.

Давайте разберем подробно сварочную головку.

Показываю плакат с общим видом.

Обращаю внимание обучающихся на плакат с общим видом, и начинаем разбирать основные части.

Рассказываю о устройстве сварочной головки. Записываем основные моменты. Зарисовываем.

	2-Подвеска для крепления подающего механизма; 3-Механизм вертикального перемещения; 4-Самоходная тележка; 5-Кассета; 6-Пульт управления; 7-Опорный монорельс; 8-Фиксатор от опрокидывания	
Первичное закрепление материала 5 минут	Повторяем пройденный материал, разрешаю пользоваться составленными конспектами. вопросы: - Назначение сварочного автомата; - Основные узлы и механизмы автомата; - Комплектование сварочного поста. - Рассказать устройство сварочной головки А-1406.	Задаю вопросы пройденному материалу.
Выдача домашнего задания	Теперь запишем домашнее задание, повторить §11.5. Автоматы для сварки в среде защитных газов, по учебнику В.С. Виноградов- «Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки» - 1987г.	Разбираем домашнее задание, что нужно повторить к следующей теме.

4.4 Вывод по методическому разделу

Методическая часть дипломного проекта является самостоятельной творческой деятельностью. Выполнив методическую часть дипломного проекта:

- изучили и проанализировали функциональную характеристику рабочих по профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» - составили учебный план для профессиональной переподготовки «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» на «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматизированной и роботизированной сварки» - разработали тематический план предмета «Спецтехнология»;

- разработали план - конспект урока на тему «Устройство и основные узлы сварочного автомата для сварки в среде защитных газов» по предмету «Спецтехнология», в котором максимально использовали ре-

зультаты разработки технологического раздела дипломного проекта;

- Разработали средство наглядности – плакат (Сварочная головка А-1406)

Считаю, что данную разработку, возможно, использовать в процессе переподготовки рабочих по профессии, «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» ее содержание способствует решению основной задачи профессионального образования - подготовки высококвалифицированных, конкурентоспособных кадров рабочих профессий.

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте «Разработка технологии сборки и сварки элемента коллектора трубопровода» разработана технология автоматической сварки в среде смеси газов.

Для достижения поставленной цели произведены расчеты режимов автоматической сварки, расчет цеховой себестоимости автоматической сварки и ручной дуговой сварки продольной балки поддона, сравнение цеховой себестоимости базового и проектируемого вариантов.

Также был сделан подбор оборудования, составлена технологическая карта изготовления коллектора.

Рассмотрены вопросы безопасности жизнедеятельности, охраны человека и окружающей среды в процессе изготовления поддона.

Предложено провести техническое перевооружение целью, которой достижение эколого и энергоэффективности.

Таким образом, следует считать, что задачи дипломного проекта полностью решены и цель дипломного проекта достигнута.

Разработанный проект обеспечивает высокую производительность труда сварщиков, повышение качества выпускаемой продукции, экономию энергоресурсов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Блинов, А.Н. Организация и производство сварочно-монтажных работ /А.Н. Блинов. - М.:Стройиздат, 1982. - 307 с.
2. Шмелева, И.А., Дуговая сварка стальных трубных конструкций. / И.А. Шмелева, М.З. Шейнкин. - М.: Машиностроение, 1985. - 232 с.
3. Ялышко, Г.Ф. Сварка трубопроводов высокого давления. / Г.Ф. Ялышко. - М.: Стройиздат, 1979. - 175 с.
4. Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением/ А.И.Акулов, Г.А. Бельчук, В.П.Демянцевич. - М.: Машиностроение, 1977. - 432 с.
5. Оборудование для дуговой сварки: Справочное пособие / Под ред. В.В. Смирнова. - Л.:Энергоиздат, 1986. - 656 с.
6. Сергеев, Н.П. Справочник молодого электросварщика/ Н.П. Сергеев. - 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 1980. - 192 с.
7. Сварочные материалы для дуговой сварки: Справочное пособие: В 2-х т. / Под ред. Н. Н. Потапова. - М.: Машиностроение, 1989. - 554 с.
8. Думов, С.И. Технология электрической сварки плавлением/ С.И. Думов. - Л.: Машиностроение. Ленингр. отд - ние, 1978. - 368 с.
9. Геворкян, В.Г. Основы сварочного дела/ В.Г. Геворкян. - М.: Высш. шк., 1979. -207 с.
10. Ленивкин, В.А. Технологические свойства сварочной дуги в защитных газах / В.А. Ленивкин. - М.: Машиностроение, 1989. - 264 с.
11. Сварка и свариваемые материалы: В 3 - х т. Т. 1 Свариваемость материалов: Справочник / Под ред. Э. Л. Макарова. - М.: Металлургия, 1991. - 528 с.
12. Куркин С.А., Ховов В.М., Рыбачук А.М. Технология, механизация и автоматизация производства сварных конструкций: Атлас: Учебн. пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов / С.А. Куркин, В.М. Ховов., А.М.Рыбачук. - М.: Машиностроение, 1989. - 328 с.

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91

13. Технология и оборудование сварки плавлением. / Под редакцией Г. Д. Никифорова. - М.,: Машиностроение, 1981. - 224 с.

14. Виноградов, В.С. Технологическая подготовка производства сварных конструкций в машиностроении/ В.С. Виноградов. - М.: Машиностроение, 1981. - 224 с.

15. Гитлевич, А.Д. Механизация и автоматизация сварочного производства/ А.Д. Гитлевич, Л.А. Этингов. - М.: Машиностроение, 1979. - 280 с.

16. Красовский, Н.И. Основы проектирования сварочных цехов/ Н.И. Красовский. - М.Машиностроение, 1980. - 319 с.

17. Петров, Г.Л. Сварочные материалы / Г.Л. Петров, - Л.: Машиностроение, 1972. - 280 с.

18. Сварка в машиностроение: Справочник в 4 - х т. / Под редакцией Г. А. Николаева. - М. Машиностроение, 1978. - 504 с.

19. ГОСТ 16037 - 80. Соединения сварные стальных трубопроводов. - Введ. 1980-01-01. М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1980. - 35 с.

20. Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов. Ростехнадзор России ПБ 03- 108 -96

21. Алёшин, Н.П. Контроль качества сварочных работ/ Н.П. Алёшин, В.Г. Щербинский. -М.:Высш. шк., 1981. - 144 с.

22. Экономика и организация промышленного производства: Учебник / Под редакцией проф. Б. И.Чайкина. - Екатеринбург: Из - во Урал. гос. экон. ун - та, 2001. - 286 с.

23. Шебеко, Л.П. Экономика, организация и планирование сварочного производства/ Л.П. Шебеко, А.Д. Гитлевич. - М.: Машиностроение, 1986. 264 с.

24. Макиенко, Н.И. Педагогический процесс в училищах профессионально-технического образования/ Н.И. Макиенко. - М.: Высш. школа, 1983.-344 с.

25. Скакун, В.А. Преподавание специальных и общеобразовательных предметов в ПТУ/ В.А. Скакун. - М.:Высш. школа, 1988.-271 с.

26. ГОСТ 8713-79. Сварка под флюсом. Соединения сварные. - Введ.

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

1981-01-01. - М.: Изд-во стандартов, 1980. -64 с.

27. *ГОСТ 14771-76*. Дуговая сварка в защитных газах. Сварочные соединения. - Введ. 1977-02-04- М.: Изд-во стандартов, 1977. - 21 с.

28. *ГОСТ 12.2.033-78*. ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования. - Введ. 1979-01-01. - М.: Изд-во стандартов, 1979. - 32 с.

29. *ГОСТ 12.1.019-79*. ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. - Введ. 1980-07-01. - М.: Изд-во стандартов, 1980. - 34 с.

30. *ГОСТ 12.1.004-91*. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.-Введ. 1992-07-01. - М.: Издательство стандартов, 1992. -21с.

31. *ГН 2.2.5.686-98*. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. - Введ. 1998-02-04. - М.: Изд-во стандартов, 1998. - 56 с.

32. *СанПин 2.24.548-96*. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. - Введ. 1996-10-01. - М.: Изд-во стандартов, 1996.-45 с.

33. *СН 2.2.4/2.1.8.562-96*. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. - Введ. 1996-10-31. - М.: Изд-во стандартов, 1996. - 23 с.

34. *СН 2.2.4/2.1.8.566-96*. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. - Введ. 1996-10-31. - М.: Изд-во стандартов, 1996. -28 с.

35. *Р 2.2.755-99*. Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса. - Введ. 1999-09-01. - М.: Изд-во стандартов, 1999. - 31 с.

36. *СНиП 23-05-95*. Естественное и искусственное освещение. - Введ. 1996-01-01. - М.: Изд-во стандартов, 1996. -33 с.

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

Приложение А

Приложение Б

					ДП 44.03.04.608 ПЗ	Лист
						95
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		